



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**JOSIVÂNIA RODRIGUES BARROS**

**IRRIGAÇÃO DE PLANTAS DE MELOEIRO AMARELO COM ÁGUA SALINA**  
**ENRIQUECIDA COM CO<sub>2</sub>**

**FORTALEZA-CE**

**2015**

JOSIVÂNIA RODRIGUES BARROS

**IRRIGAÇÃO DE PLANTAS DE MELOEIRO AMARELO COM ÁGUA SALINA  
ENRIQUECIDA COM CO<sub>2</sub>**

Dissertação de Mestrado apresentado ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra

**FORTALEZA-CE**

**2015**

- 
- B278i Barros, Josivânia Rodrigues.  
Irrigação de plantas de meloeiro amarelo com água salina enriquecida com CO<sub>2</sub> / Josivânia Rodrigues Barros. – 2015.  
84 f. : il., color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2015.  
Área de concentração: Irrigação e Drenagem.  
Orientação: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra.
1. Melão – Irrigação. 2. Salinidade. 3. Plantas – Efeito dos sais. 4. Plantas – Efeito do dióxido de carbono. I. Título.

JOSIVÂNIA RODRIGUES BARROS


**IRRIGAÇÃO DE PLANTAS DE MELOEIRO AMARELO COM ÁGUA SALINA  
ENRIQUECIDA COM CO<sub>2</sub>**

Dissertação de Mestrado apresentado ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra

Aprovado em: 30 de março de 2015.

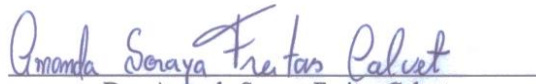
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra (Orientador)  
Embrapa Agroindústria Tropical – CNPAT



Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda  
Universidade Federal do Ceará - UFC



Dra. Amanda Soraya Freitas Calvet

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

À Deus.

Aos meus pais, Francisco e Ivaneide.

Aos meus irmãos.

Aos meus irmãos, Josiane e Josicleudo (In memorian)

A minha avó Ana

Aos meus avós, Bárbara, José Gregório e Aureliano (In memorian)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus, pelo o dom da vida, pela força e coragem nos momentos mais difíceis por sempre me manter firme, forte e focada no meu projeto de vida.

Aos meus, amados e queridos de minha vida, meus pais, Francisco Barros e Ivaneide Barros, por sempre estarem presentes em minha vida, apoiando em todas as minhas decisões. Obrigada pelo amor de vocês. É com muita amor que eu divido o mérito desta conquista com vocês.

Aos meus irmãos Josy (Josimara), Josimário, Danilo, Fábio, Nara Raquel e Daniele, pela força, apoio, companheirismo e compreensão, que mesmo distantes de mim sempre estão presentes em minha vida, compartilhando comigo minhas conquistas e vitórias, muita obrigada.

Aos meus sobrinhos Samuel e Ana Lívia, que tanto amo nessa vida.

À minha cunhada Ana Mara e meu cunhado João Eudo, pelo apoio, amizade e companheirismo.

Ao Joseilson, pela compreensão, carinho, paciência e companheirismo.

A Maria Lúcia pelo o apoio, amizade e companheirismo.

Ao Professor Dr. Marlos Alves Bezerra, pela brilhante orientação e por ter me recebido tão bem, agradeço pela amizade, incentivo, paciência e persistência durante esta jornada.

À Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola – DENA, através de seus professores, por ter me proporcionado a formação acadêmica.

À Embrapa Agroindústria Tropical pelo a infraestrutura.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida para a realização desse trabalho.

Aos funcionários do Campo Experimental de Pacajus-Ce, pelo apoio e ajuda durante a realização do experimento em campo, muito obrigada.

Aos meus colegas Laíse (pessoa especial), Léa, Ionete e Reivany que fazem parte do laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical pela amizade, conhecimentos compartilhados, confiança e companheirismo.

Um agradecimento aos meus colegas de turma da pós-graduação, Lúcio, Krishna Gomes, Fellype Rodrigo, Sassá Ribeiro.

Ao Prof. Dr. Claudivan Feitosa e Dra. Amanda Freitas por aceitarem participar da banca examinadora e contribuírem para a melhoria deste trabalho.

E a todos que de forma indireta e direta contribuíram para a realização desse sonho.

“Confia teus negócios ao Senhor e teus planos terão bom êxito”. (Provérbios 16:3)

## RESUMO

BARROS, Josivânia Rodrigues. Universidade Federal do Ceará. Março de 2015. **Irrigação de plantas de meloeiro amarelo com água salina enriquecida com CO<sub>2</sub>**, Ceará. Fortaleza: UFC. 83. (Dissertação). 2015

Um dos grandes problemas enfrentados pela agricultura é o excesso de sais dissolvidos na solução do solo, carregados principalmente pela água de irrigação, causando a salinização do solo. Esses sais, ao serem absorvidos, afetam o crescimento das plantas devido ao efeito osmótico, dificultando a absorção de água no solo. A fim de amenizar os efeitos deletérios desses sais nas plantas, várias estratégias vêm sendo desenvolvidas visando tornar as plantas mais tolerantes ao estresse salino. Uma inovação recente no sistema de cultivo de plantas é o enriquecimento da água de irrigação com o dióxido de carbono (carbonatação), influenciando a produtividade comercial da cultura e tornando-a mais tolerante a estresses. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a aplicação de CO<sub>2</sub> na água de irrigação de plantas de meloeiro aumenta a tolerância das mesmas ao estresse salino. O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Pacajus da Embrapa Agroindústria Tropical. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 3 com quatro repetições, referentes às soluções salinas com condutividades elétricas de (CEa) (0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e três tratamentos de CO<sub>2</sub>: ausência de CO<sub>2</sub> (SC), cinco aplicações de CO<sub>2</sub> (início do florescimento até a maturação dos frutos) (C1) e duas aplicações de CO<sub>2</sub> (após a frutificação até a maturação dos frutos) (C2). O CO<sub>2</sub> foi aplicado na forma de gás, injetado semanalmente diretamente no sistema de irrigação. A condutividade elétrica do extrato de saturação do solo e o teor de CO<sub>2</sub> na água de irrigação foram mensurados ao final do experimento. As medições de fotossíntese, transpiração e condutância estomática ocorreram ao longo do desenvolvimento das plantas. Foram avaliadas ainda a área foliar, as massas secas das folhas e do caule + ramos, os teores de Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> e os carboidratos nas folhas e nos caules + ramos, o número de frutos, a produtividade de frutos, o peso, os comprimentos e diâmetros dos frutos, espessura da polpa, sólidos solúveis totais e teor de ácido cítrico. Os teores de Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e k<sup>+</sup> na folha e caule + ramos foram influenciados pela salinidade, havendo interação salinidade x CO<sub>2</sub>. Para as variáveis de crescimento: área foliar, matéria seca das folhas e caule + ramos, houve diferença significativa apenas para os níveis de salinidade. Todas as variáveis de trocas gasosas foram influenciadas pela salinidade, enquanto que a condutância estomática e a fotossíntese líquida foram significativamente influenciadas pela aplicação de CO<sub>2</sub>. Os teores de carboidratos no caule + ramos foram influenciados pela aplicação de CO<sub>2</sub>. A irrigação com água salina provocou redução na produtividade, número de frutos, comprimentos dos frutos comerciais e médios. Essas variáveis não foram influenciadas pela aplicação de CO<sub>2</sub>. Em função do exposto, conclui-se que a salinidade afetou o crescimento, desenvolvimento e produção das plantas de meloeiro, enquanto a aplicação do CO<sub>2</sub> não minimizou o efeito deletério dos sais nas plantas.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L. Salinidade. Dióxido de carbono. Trocas gasosas. Produtividade.



## ABSTRACT

BARROS, Josivânia Rodrigues. Universidade Federal do Ceará. Março de 2015. **Irrigation yellow melon plants with saline water enriched with CO<sub>2</sub>**, Ceará. Fortaleza: UFC. 83. (Dissertação). 2015

Salt excess in the soil solution is a serious problem in agriculture, caused mainly by irrigation water, causing soil salinization. These salts, when absorbed affects the growth of plants because of the osmotic effect, reducing the absorption of water in the soil. In order to mitigate the deleterious effects of these salts in plants, several strategies have been developed in order to make plants most tolerant to salt stress. A recent innovation in plant cultivation system is the enrichment of irrigation water with carbon dioxide (carbonation), influencing the commercial crop yield and making them more tolerant to stresses. The objective of this study was to evaluate whether the application of CO<sub>2</sub> in irrigation water of melon plants increases the tolerance of the same to salt stress. The experiment was conducted in Pacajus Experimental Field of Embrapa Tropical Agroindustry. The treatments were arranged in a factorial 5 x 3 with four replications, referring to salt solutions at electrical conductivities of (ECw) (0.5, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS m<sup>-1</sup>) and three treatments with CO<sub>2</sub>: no CO<sub>2</sub> (SC), five applications of CO<sub>2</sub> (since flowering until the beginning ripening of fruits) (C1) and two applications of CO<sub>2</sub> (since fruit set until the ripening of fruits) (C2). The CO<sub>2</sub> was used as a gas injected weekly directly in the irrigation system. The electrical conductivity of the soil saturation extract and CO<sub>2</sub> content in the irrigation water were measured at the end of the experiment. The measurement of photosynthesis, stomatal conductance and transpiration occurred throughout plant development. Were also evaluated leaf area, dry weight of leaves and stem + branches, levels of Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> and carbohydrates in the leaves and stems + branches, the number of fruits, productivity, weight, lengths and diameters of the fruit, pulp thickness, total soluble solids and citric acid content. Leaf concentrations of Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> and K<sup>+</sup> in the leaf and stem + branches were influenced by salinity, with interaction salinity x CO<sub>2</sub>. For the growth variables: leaf area, dry matter of leaves and stem + branches, there was a significant difference only for the salinity levels. All variables of gas exchange were influenced by salinity, while the stomatal conductance and net photosynthesis were significantly influenced by the application of CO<sub>2</sub>. The carbohydrate in stem + branches were influenced by the application of CO<sub>2</sub>. Irrigation with saline water caused a reduction in productivity, number of fruits, lengths of commercial and total fruits. These variables were not influenced by the application of CO<sub>2</sub>. It is concluded that salinity affected the growth, development and production of melon plants, while the application of CO<sub>2</sub> did not minimize the deleterious effect of salts in plants.

**Keywords:** *Cucumis melo L.* Salinity. Carbon Dioxide. Gas Exchange. Productivity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Visão geral da área experimental de cultivo de melão amarelo.....	26
Figura 2-	Funcionamento da injeção de CO <sub>2</sub> em campo na área experimental e manômetro com regulador de pressão .....	27
Figura 3-	Visão geral das caixas d'água onde foram preparadas e armazenadas as soluções salinas com diferentes concentrações salinas (CEa) .....	28
Figura 4-	Espessura da polpa, sólidos solúveis totais, comprimento e peso do fruto.....	33
Figura 5-	Condutividade elétrica do solo cultivado com plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa .....	35
Figura 6-	Teor de CO <sub>2</sub> na água de irrigação de plantas de meloeiro amarelo .....	36
Figura 7-	Teor de sódio nas folhas de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	37
Figura 8-	Teor de sódio nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	38
Figura 9-	Teores de cloreto em folhas de plantas de meloeiro amarelo, com e sem aplicação de CO <sub>2</sub> , irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	40
Figura 10-	Teor de cloreto nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	41
Figura 11-	Teores de potássio nas folhas de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	43
Figura 12-	Teores de potássio nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	44
Figura 13-	Área foliar, matéria seca das folhas e dos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas, sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	47
Figura 14-	Condutância estomática de folhas de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas aos 38 DAP .....	50

Figura 15- Condutância estomática de folhas de plantas de meloeiro amarelo irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas, sob aplicação de CO <sub>2</sub> , aos 46 DAP.....	52
Figura 16- Condutância estomática de folhas de plantas de meloeiro amarelo, com e sem aplicação de CO <sub>2</sub> , irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas CEa, aos 46 DAP.....	53
Figura 17- Condutância estomática e transpiração de folhas de plantas de meloeiro amarelo, sob aplicação de CO <sub>2</sub> e irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas, aos 61 DAP.....	55
Figura 18- Fotossíntese de folhas de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas, sob aplicação de CO <sub>2</sub> aos 61 DAP.....	56
Figura 19- Condutância estomática, transpiração e fotossíntese de folhas de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> , aos 68 DAP.....	58
Figura 20- Fotossíntese de folhas de plantas de meloeiro, sob aplicação de CO <sub>2</sub> e irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas, aos 68 DAP.....	59
Figura 21- Teores de carboidratos foliares e nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	60
Figura 22- Teores de carboidratos nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo, sob aplicação de CO <sub>2</sub> e irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas.....	61
Figura 23- Produtividade e número de frutos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salina e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	63
Figura 24- Comprimento do fruto comercial e médio de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	65
Figura 25- Peso do fruto comercial e do fruto médio de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	66
Figura 26- Espessura da polpa e diâmetro externo de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	69
Figura 27- Brix° e ácido cítrico de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Quantidade de água aplicada durante todo o ciclo do meloeiro .....	29
Tabela 2-	Análise de variância da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo cultivado com plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações de salinas (CEa) .....	35
Tabela 3-	Análise de variância para os teores de sódio na folha e no caule + ramos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	37
Tabela 4-	Análise de variância para os teores de cloreto nas folhas e nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo irrigadas com águas de diferentes CEa e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	40
Tabela 5-	Análise de variância para os teores de potássio nas folhas e nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	43
Tabela 6-	Análise de variância para área foliar, massa seca das folhas e massa seca do caule + ramos de plantas de meloeiro, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas e sob aplicação de CO <sub>2</sub> .....	46
Tabela 7-	Análise de variância para as variáveis de trocas gasosas: transpiração, condutância estomática e fotossíntese de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa aos 38 DAP .....	50
Tabela 8-	Análise de variância para transpiração, condutância estomática e fotossíntese de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa e sob aplicação de CO <sub>2</sub> aos 46 DAP.....	51
Tabela 9-	Análise de variância para transpiração, condutância estomática e fotossíntese de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa e sob aplicação de CO <sub>2</sub> aos 61 DAP.....	54
Tabela 10-	Análise de variância para transpiração, condutância estomática e fotossíntese de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa e sob aplicação de CO <sub>2</sub> aos 68 DAP.....	57
Tabela 11-	Análise de variância do carboidrato na folha e no caule + ramos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa e aplicação de CO <sub>2</sub> .....	60

Tabela 12- Análise de variância para produtividade e número de frutos de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa e aplicação de CO <sub>2</sub> .....	62
Tabela 13- Análise de variância para comprimento do fruto comercial e médio produzido; peso do fruto comercial e médio de plantas de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa e aplicação de CO <sub>2</sub> .....	65
Tabela 14- Análise de variância para o diâmetro externo, espessura da polpa, °Brix e ácido cítrico de frutos de meloeiro amarelo, irrigadas com águas de diferentes CEa e aplicação de CO <sub>2</sub> .....	68

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1	Cultura do meloeiro .....	15
2.2	Salinidade nas plantas .....	17
2.3	Salinidade no meloeiro.....	20
2.4	Efeitos do CO <sub>2</sub> sobre as plantas .....	21
2.5	Efeito do CO <sub>2</sub> sobre plantas submetidas ao estresse.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	Localização e caracterização da área experimental.....	26
3.2	Tratamentos e delineamento experimental.....	26
3.3	Tratos culturais .....	28
3.4	Irrigação e fertirrigação .....	29
3.5	Variáveis analisadas.....	30
3.5.1	<i>Condutividade elétrica do solo</i> .....	30
3.5.2	<i>Determinação do CO<sub>2</sub> na água de irrigação</i> .....	30
3.5.3	<i>Trocas gasosas</i> .....	31
3.5.4	<i>Crescimento e desenvolvimento</i> .....	31
3.5.5	<i>Teores de Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e K<sup>+</sup> nas folhas e nos caules + ramos</i> .....	31
3.5.6	<i>Teores de carboidratos nas folhas e nos caules + ramos</i> .....	32
3.5.7	<i>Produtividade e qualidade dos frutos</i> .....	33
3.6	Análise estatística .....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4.1	Salinidade do solo e teor de CO <sub>2</sub> na água de irrigação.....	35
4.2	Solutos inorgânicos nas folhas .....	36
4.3	Crescimento e desenvolvimento das plantas.....	45
4.4	Trocas gasosas do meloeiro .....	49
4.5	Carboidratos nas folhas e nos caules + ramos.....	59
4.6	Produtividade e análise física dos frutos.....	62
4.7	Qualidade dos frutos .....	67
5	CONCLUSÕES .....	71
	REFERÊNCIAS .....	72

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada tornou-se uma realidade no semiárido brasileiro, sendo um dos fatores que contribuem para as mudanças econômicas e sociais da região. Nesse tipo de agricultura, destaca-se o cultivo do meloeiro, por ser uma cultura rentável e de rápido retorno, gerando emprego e desenvolvimento socioeconômico. Os maiores produtores são os estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco (IBGE, 2014; FAO, 2012), responsáveis por cerca de 92% de toda a produção nacional (TERCEIRO NETO *et al.*, 2012).

Esta aptidão do Nordeste Brasileiro para a produção do meloeiro é decorrente das condições climáticas adequadas da região para o cultivo dessa espécie, que requer climas quentes e secos, ou seja, temperaturas elevadas e umidade não excessiva (FILGUEIRA, 1981). Sob essas condições, o meloeiro responde bem à irrigação e a fertirrigação das plantas. Contudo, a escassez do estoque de água de qualidade para a irrigação e a concorrência de outros usuários faz com que os agricultores tenham dificuldade para acessar este recurso natural, levando-os a utilizar água de qualidade inferior, em geral salinas (PAULUS *et al.*, 2010).

No Brasil predomina a produção do Tipo Amarelo, correspondendo a 90% do total (SOBRINHO *et al.*, 2008). Entretanto, a tendência de mercado é de aumento da demanda por melões do grupo *Cantalupensis*. Nos melões do tipo Amarelo não acontece a formação da zona de abscisão do pedúnculo e a identificação da maturação é feita principalmente pela textura da casca do fruto. O grau de intensidade da coloração amarela da casca também serve como referencial, mesmo considerando que a mudança é varietal e ocorre antes mesmo da maturação fisiológica do fruto se completar (PAIVA *et al.*, 2008). Conforme Moretti; Araújo (2003) a alteração na intensidade da coloração e o teor de sólidos solúveis totais, próximo de 10%, podem ser utilizados com indicadores do ponto de colheita.

Um dos principais problemas decorrentes da utilização de águas salinas é a diminuição da produtividade das plantas. O excesso de sais afeta o crescimento das plantas devido ao efeito osmótico, dificultando a absorção de água no solo, ao efeito tóxico de alguns íons no protoplasma e também em virtude de deficiência nutricional,

resultado da absorção excessiva do  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , dificultando a absorção e distribuição dos nutrientes e afetando o balanço iônico (COSTA JUNIOR, 2011).

Uma inovação recente no sistema de cultivo de plantas é o enriquecimento da água de irrigação com o dióxido de carbono (carbonatação), principalmente em cultivos protegidos (FRIZZONE, CARDOSO; REZENDE, 2005). Segundo o autor, a aplicação do  $\text{CO}_2$  no meloeiro influencia a produtividade comercial da cultura, sem alterar o desenvolvimento vegetativo das plantas e nem a qualidade dos frutos.

Dessa forma, se torna importante verificar se a aplicação de  $\text{CO}_2$  na água de irrigação de plantas de meloeiro aumenta a tolerância das mesmas ao estresse salino.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do meloeiro

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma espécie olerícola muito apreciada e popular em toda região do mundo. É originário da África e da Ásia, pertencente à família botânica das cucurbitáceas, de porte herbáceo, que pode ser cultivada de forma tutorada ou rasteira (MELO *et al.*, 2008).

Os melões cultivados são agrupados comercialmente em “tipos”. Esta classificação define um grupo de cultivares com características semelhantes, facilmente identificadas e diferenciadas das demais (ARAGÃO, 2011).

Os melões do grupo *Inodorus* caracterizam-se por produzirem frutos sem aroma, com a casca lisa ou levemente enrugada e coloração variável entre amarela, branca ou levemente verde-escuro. A polpa é geralmente espessa, com cerca de 20 a 30 mm e a coloração varia de branco a verde-claro. Podem ser conservados por até 30 dias após a colheita, são resistentes ao transporte, e, na maioria das vezes, os frutos são maiores e mais tardios se comparados aos do grupo *Cantaloupensis*. Destacam-se nesse grupo os melões amarelos e os pele-de-sapo (COSTA *et al.*, 2000).

Os melões pertencentes ao grupo *Cantalupensis* são aromáticos, esféricos, de intensa reticulação, polpa de coloração salmão e peso médio entre 700 g a 1.200 g. Os melões que se destacam nesse grupo são os cantaloupe, gália, honeydews e charentais (GOMES JÚNIOR *et al.*, 2001; MEDEIROS *et al.*, 2011a).

Os melões do tipo amarelo podem ser conservados por até 35 dias em condições ambientais (20°C e 70% de UR), e por período superior a 35 dias em temperatura refrigerada de 10°C e 90% de UR (AROUCHA, NUNES; SOUSA, 2009). Nessas condições o transporte deve atender as mesmas recomendações adotadas para o armazenamento refrigerado. Porém, geralmente são aplicadas aos frutos exportados. Aqueles que se destinam ao mercado interno, em geral, são transportados em caminhões comuns (LIMA, 2010).

O tipo amarelo é o preferido para o cultivo, pois, conforme Miguel *et al.* (2008), possibilita maiores rendimentos, resistência ao transporte e tempo de prateleira. Já os *cantalupensis* são produzidos em menor escala, por serem menos resistentes ao

transporte, apresentarem baixa conservação pós-colheita e consumo limitado ao público sofisticado, de maior poder aquisitivo e nível de exigência elevado (MEDEIROS *et al.*, 2011a).

As folhas do meloeiro são de tamanho e forma variados com caules rasteiros que se fixam por meio de gavinhas. No que diz respeito às raízes, as mesmas se desenvolvem até a extensão das ramas e podem atingir até 1,2 m de profundidade (MONTEIRO, 2007), embora em cultivo irrigado elas se concentrem nos primeiros 40 cm do solo.

Os frutos podem ser encontrados nos formatos redondo, oval ou alongados, com casca lisa, enrugada ou rendilhada, e são constituídos de 90% de água e ricos em vitaminas A, C e E, além de alguns minerais como cálcio, fósforo e ferro e propriedades antioxidantes (MELO *et al.*, 2008). A polpa dos frutos varia conforme o tipo de melão, sendo observada a coloração branca, amarelada, esverdeada, laranja e salmão (PIVETTA, 2010).

A cadeia produtiva do melão é de grande importância para a economia brasileira, especialmente para a região Nordeste que produz quase 94% do melão nacional (AGRIANUAL, 2014). O mercado externo é o maior destino dos melões produzidos no Brasil, o que gerou, no ano de 2013, divisas de US\$ 134.148.294 (SEBRAE, 2013) e milhares de empregos diretos e indiretos no país.

No Brasil, o cultivo do melão em escala comercial teve início nos primeiros anos da década de 1960. Até então, o mercado brasileiro desta fruta era abastecido por melões importados, principalmente, do Chile e da Espanha. A cultura estabeleceu-se primeiramente nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, mas por motivo de melhor adaptação climático-fisiológica, começou a ser transferida para a região Nordeste do Brasil, no início dos anos 1980 (DELLA VECCHIA, 2014).

Atualmente, os melões amarelos são os mais cultivados no Nordeste brasileiro, seguidos pelos cantaloupe e pele-de-sapo, com alguns híbridos ocupando áreas substanciais. Embora a maior parte do melão produzido na região seja do tipo amarelo, nos últimos anos tem aumentado a área de cultivo do melão pele de sapo, em razão da boa cotação do produto na Europa (SANTOS *et al.*, 2013).

A temperatura, a umidade relativa do ar e a radiação solar são os elementos meteorológicos que mais afetam a produtividade e qualidade do fruto (PIVETTA,

2010). Assim, a grande vantagem de regiões semiáridas para o cultivo do melão é a pequena ocorrência de chuvas, que favorecem a baixa incidência de doenças e a melhor qualidade dos frutos.

A temperatura influencia diretamente no teor de açúcar, no sabor, no aroma e na consistência dos frutos, características que são decisivas no momento da comercialização. A temperatura ideal encontra-se na faixa entre 25 a 35° C (OLIVEIRA, 2008; SILVA *et al.*, 2002). As temperaturas abaixo de 12°C, os ventos frios e as geadas são condições em que o crescimento vegetativo é prejudicado, podendo até sofrer paralisação (SENAR, 2007).

Altos índices pluviométricos e elevada umidade relativa do ar dificultam o cultivo do meloeiro, principalmente pela falta de resistência foliar a doenças e pelo efeito deletério de chuvas na qualidade dos frutos (MONTEIRO, 2007). Para o bom desenvolvimento do meloeiro faz-se necessário solos leves e soltos, profundos, com boa drenagem, textura franco-arenosa a areno-argilosa e, sobretudo, que permitam o estabelecimento do sistema radicular. Vale salientar, que o excesso de umidade no solo dificulta ou até inviabiliza o cultivo do meloeiro.

Quanto às características de qualidade, uma das mais estudadas é o teor de sólidos solúveis (TSS), fator utilizado para assegurar a qualidade do fruto, estando relacionado à concentração do açúcar no melão, que recomenda-se seja superior a 10% (medido pelo °Brix). O melão com °Brix menor que 9 é considerado como não comercializável, de 9 a 12 como comercializável, e acima de 12° brix como melão extra (COSTA, 2007).

## **2.2 Salinidade nas plantas**

Nas regiões semiáridas e áridas do mundo, os solos salinos representam grandes problemas ambientais e socioeconômicos, por reduzir a renda do produtor e intensificar o fluxo dos agricultores para centros urbanos (GUMA *et al.*, 2010).

Dessa forma, em todas as regiões do mundo a salinidade também causa preocupação social, considerando que milhões de hectares são afetados por sais, devido a manejo inadequado, que conseqüentemente provoca transtornos nessas áreas irrigadas, reduzindo o nível de empregos e os retornos econômicos dos agricultores. Em nível

mundial, mais de 800 milhões de hectares de terras são estimados como sendo áreas afetadas por sais, correspondendo a mais de 6% dos solos aráveis (MUNS; TESTER, 2008).

Pessoa *et al.* (2010), ressaltam que um dos aspectos mais relevantes no tocante ao sucesso da irrigação como prática agrícola, diz respeito à qualidade da água de irrigação, principalmente em regiões áridas e semiáridas, onde pode haver um aumento considerável na concentração de sais, degradando os solos e, conseqüentemente, inviabilizando a produção. Oliveira *et al.* (2011), afirmam que o aumento da área irrigada e a diminuição da disponibilidade de água de boa qualidade têm incrementado a utilização de águas marginais, com diferentes níveis de salinidade.

Nos cultivos irrigados do Nordeste brasileiro, a qualidade da água de irrigação associada à evaporação, às temperaturas altas e ao ineficiente sistema de drenagem das áreas irrigadas proporciona rápida formação de áreas salinizadas ou alcalinas, impedindo o desenvolvimento de várias culturas (GONDIM *et al.*, 2010).

Os sais da água de irrigação ou aqueles já existentes no solo podem exercer efeitos prejudiciais às plantas nas suas distintas fases. Há espécies que são mais sensíveis durante o processo de germinação e, após este período, vão se ajustando paulatinamente ao estresse salino. Há aquelas que toleram maior nível de salinidade até a emergência das plântulas e são menos tolerantes a fase de crescimento. Há também as que são mais fortemente afetadas durante a floração e frutificação (AYERS; WESTCOT, 1991).

Segundo Taiz; Zeiger (2013) as plantas de ambientes salinos podem ser divididas em dois grandes grupos de tolerância: halófitas - as que vivem em solos com alta concentração de sais, e glicófitas – as que apresentam menor resistência à salinidade. As halófitas apresentam tolerância ao sal devido à sua capacidade de compartimentalização dos íons no vacúolo da célula e/ou exclusão dos sais, especialmente da parte aérea. Esta resistência à salinidade se deve à habilidade de evitar que elevadas quantidades de sal, provenientes do substrato, alcancem o protoplasma e, por meio de regulação salina e ao fato de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento na concentração de sais (LARCHER, 2006).

As glicófitas, quando submetidas a altas concentrações de sais, indicam sinais de inibição do crescimento, descoloração foliar e perda de peso seco, sendo a

inibição do crescimento o sintoma mais característico (MUNNS, 2002). A inibição de crescimento em glicófitas se dá inicialmente pela redução da habilidade de absorção de água, o que resulta em uma série de alterações metabólicas semelhantes às de plantas submetidas ao estresse hídrico (MUNNS, 2002).

Dessa forma, halófitas e glicófitas diferem com a relação à eficiência do controle dos efeitos da salinidade. Enquanto nas glicófitas esse controle não é tão eficiente, nas halófitas os mecanismos que as habilitam para sobrevivência em condições de salinidade podem ser reunidos resumidamente entre adaptação osmótica; produção de osmólitos; adaptações estomáticas, compartimentalizações de íons salinos e os mecanismos biomoleculares (SANTOS, 2012).

Porém, já tolerância de espécies agrícolas à salinidade pode variar entre cultivares de uma mesma espécie, com a fase fenológica da cultura e a estratégia de aplicação de água, ou seja, com a concentração salina da água (mistura das águas) e o tempo de exposição das plantas aos sais (SAVVAS *et al.*, 2007, COSTA *et al.*, 2013).

O efeito da salinidade sobre as plantas está ligado diretamente aos dois distintos componentes do estresse salino: (a) o componente osmótico, resultante da elevada concentração de solutos na solução do solo, provocando um déficit hídrico pela redução do potencial osmótico, dificultando a absorção de água e (b) o componente iônico, decorrente dos elevados teores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , também interferindo na absorção de nutrientes essenciais, como por exemplo alterando a relação  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  e outros nutrientes (WILLADINO; CAMARA, 2010). A presença de sais promove modificações nas atividades metabólicas das células e no processo de alongamento celular, afetando o crescimento da planta e, em casos extremos, pode ocasionar a morte do organismo como um todo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Na primeira fase, o crescimento da planta é afetado pelos sais que estão no exterior da mesma e é regulado por sinalização proveniente da raiz, sobretudo pelo ácido abscísico (ABA). A segunda fase caracteriza-se pela redução do crescimento resultante do acúmulo de sais no interior da planta. A causa desta injúria é a elevada quantidade de sal absorvida, a qual ultrapassa a capacidade da planta de compartimentalizá-lo no vacúolo. Consequentemente, a concentração de sais aumenta no citoplasma e inibe a atividade de enzimas de várias rotas metabólicas (PRISCO; GOMES FILHO, 2010).

Uma alternativa para reduzir o efeito do uso de água salina nas plantas é o uso de água com maior teor de sais apenas nas fases da cultura em que há maior tolerância e/ou a mistura de água salina com água de baixa salinidade, já que o seu uso sem efeitos deletérios depende da tolerância das culturas e do manejo da irrigação (FAGERIA; GHEYI; MOREIRA, 2011; COSME *et al.*, 2011).

### 2.3 Salinidade no meloeiro

As informações sobre o crescimento e o estado nutricional da cultura do melão sob diferentes estratégias de manejo da água de irrigação com elevada concentração de sais, a fim de se obter um manejo que reduza os efeitos da salinidade sob as plantas, mantendo a produção economicamente viável com menor impacto ambiental, ainda são pouco frequentes na literatura (TERCEIRO NETO, 2012).

O meloeiro apresenta tolerância moderada à concentração de sais na solução do solo, com boa produção e qualidade quando irrigado com água de salinidade alta (até 2,5 dS.m<sup>-1</sup>), desde que bem manejada e em solo com boa drenagem (DIAS *et al.*, 2011). Ayers e Westcot (1991) citam que o melão tem um valor de salinidade limiar expresso em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) de 2,2 dS m<sup>-1</sup>; porém, seu rendimento decresce para 50% quando a salinidade é de 9,1 dS m<sup>-1</sup>, sendo classificada como uma cultura moderadamente tolerante. Após a salinidade limiar, a perda de rendimento por incremento unitário de salinidade é de 7,2%.

Na cultura do meloeiro, as elevadas concentrações de sais no solo e na água ocasionam modificações morfológicas, estruturais e metabólicas e inibem o seu crescimento e desenvolvimento, reduzindo a porcentagem de massa seca nas plantas. PEREIRA *et al.* (2012). Campelo *et al.* (2012), trabalhando com melão gália, observaram que as variáveis mais afetadas pela salinidade da água de irrigação foram a massa seca de frutos e área foliar. Já Mascarenhas *et al.* (2010), trabalhando com o mesmo tipo de melão, observaram que o nível de salinidade de 3,9 dS m<sup>-1</sup> proporcionou os maiores valores para as características sólidos solúveis e firmeza de polpa.

Segundo Medeiros *et al.* (2011b), estudando o meloeiro pele de sapo híbrido 'Medellín', o incremento da salinidade influenciou negativamente o rendimento da cultura, com perdas relativas por incremento unitário de salinidade acima de 0,54 dS m<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>, de 7,5%; 7,8%; 8,32% e 8,70%, para produtividade comercial e total e número de frutos comerciais e totais, respectivamente.

Lacerda *et al.* (2012), observaram que o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu a atividade fisiológica, o crescimento e a produtividade de melão amarelo. A produção de frutos foi reduzida em 44,71% com o aumento da salinidade da água de irrigação de 0,3 para 5,0 dS m<sup>-1</sup>, o que corresponde a cerca de 8,7 t ha<sup>-1</sup>.

## 2.4 Efeitos do CO<sub>2</sub> sobre as plantas

O CO<sub>2</sub>, além de atuar como gás de efeito estufa, aumentando a temperatura terrestre, pode causar impactos diretos e indiretos nos agroecossistemas e, em particular, os processos fotossintéticos. Estas alterações poderão variar com as espécies, dependendo das diferentes rotas fotossintéticas, taxa de crescimento e outras características (PIMENTEL *et al.*, 2007).

Por meio da fase fotoquímica da fotossíntese as plantas convertem a energia física da luz solar em energia química, processo este essencial para a fase carboxilativa da fotossíntese responsável pela fixação de CO<sub>2</sub> e síntese de fotoassimilados destinados a manutenção do crescimento e produção das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009)

Se os cenários de mudanças climáticas previstos se confirmarem no futuro, um dos setores mais afetados será o da agricultura, pois as plantas são diretamente influenciadas pela temperatura do ar e concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera (TAIZ; ZEIGER, 2009). Em razão da importância do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> e da temperatura sobre as espécies cultivadas, a comunidade científica tem se dedicado a estudar os impactos potenciais das mudanças climáticas no crescimento, desenvolvimento e rendimento das culturas agrícolas (WALTER *et al.*, 2010).

Desta forma, o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> poderá afetar o aparato fotossintético das plantas em geral, podendo ser benéfico na produção de biomassa. No entanto, se o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> for acompanhado de aumento da temperatura do ar, poderá haver um decréscimo no crescimento e no rendimento das culturas, em decorrência da diminuição do ciclo de desenvolvimento e aumento da respiração (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Na concentração de dióxido de carbono na atmosfera atual (380 ppm), a fotossíntese é limitada pela atividade da Rubisco e a resposta reflete dois processos

conflitantes: o aumento na taxa de carboxilação com a temperatura e o decréscimo na afinidade da Rubisco para CO<sub>2</sub> com a elevação da temperatura. Esses efeitos opostos reduzem a resposta da fotossíntese á temperatura sob concentrações normais de CO<sub>2</sub> (TAIZ; ZEIGER, 2013). As plantas C3, como o meloeiro, podem perder até 50% de seu carbono recém-fixado durante a fotorrespiração (PIMENTEL *et al.*, 2007).

Plantas C3 submetidas a elevadas concentrações de CO<sub>2</sub> apresentam amplo suprimento desse gás nos sítios de carboxilação da Rubisco e a taxa fotossintética é limitada, sobretudo, pelas reações bioquímicas conectadas com o transporte de elétrons na fase fotoquímica da fotossíntese. Em tais condições, alterações na temperatura afetam de maneira pronunciada a taxa de fixação do CO<sub>2</sub> (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Por outro lado, mesmo nas condições de concentração de CO<sub>2</sub> ambiente existente atualmente, a dotação de CO<sub>2</sub> para as plantas pode ser aumentada por outras técnicas. Dentre estas tecnologias, tem-se o uso do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aplicado via irrigação, com o objetivo de maximizar a produtividade, melhorar a qualidade de frutos e reduzir os custos de produção (FURLAN *et al.*, 2002).

A técnica de utilização de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na água de irrigação (água carbonatada) é recente no Brasil, e vem sendo estudada com sucesso em algumas hortaliças, verificando-se aumento de produtividade, além de promover alterações na absorção de nutrientes, aliado ao pequeno custo de adoção em relação ao custo total de produção (FRIZZONE, CARDOSO; REZENDE, 2005; PINTO *et al.*, 2001).

Alguns benefícios da utilização da água carbonatada no desenvolvimento das plantas têm sido estudados, destacando-se o fato de que o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> no ar do solo pode causar o aumento na concentração de íons hidrogênio com abaixamento relativamente temporário do pH da solução do solo, podendo aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes para as plantas (BASILE *et al.*, 1993), promovendo a absorção de nutrientes (NOVERO *et al.*, 1991), favorecendo o desenvolvimento de certos microorganismos benéficos no solo, aumentando a resistência das plantas aos estresses hídricos (LEMON, 1983; BAKER, 1988, citados por MOORE, 1990). Alie-se a isso o fato de que o dióxido de carbono atua como inibidor do processo de entupimento dos emissores empregados na irrigação por gotejamento (AIROLDI, 2007).



O estudo do efeito da aplicação de gases nos sistemas de irrigação por gotejamento via água de irrigação se faz importante em razão da carência de dados relativos a concentrações aplicadas que não prejudiquem o desempenho do sistema. Segundo Rettore Neto *et al.* (2007), informações sobre o comportamento da vazão de emissores são raras quando aplicado CO<sub>2</sub> na água de irrigação.

Para a cultura do meloeiro, são poucos os resultados de pesquisa sobre a utilização de água carbonatada. Pinto *et al.* (2001), trabalhando com aplicação de 50 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> via irrigação por gotejamento e utilizando a dose total de 180 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> através de fertirrigação, no meloeiro cultivar Valenciano Amarelo obtiveram um incremento de 27,3% na produtividade. Além disso, a eficiência de uso da água pela cultura aumentou, o que pode ser atribuído ao maior desenvolvimento do sistema radicular. Entretanto, não obteve diferenças para os teores de nutrientes nas folhas, exceto para o boro. Assim segundo esses autores, foi notado que a aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação não modificou o ciclo da cultura, não alterou a qualidade nem os teores de macro e micronutrientes nas folhas, mas elevou a produtividade.

Para o meloeiro rendilhado, existe poucas informações do efeito do CO<sub>2</sub> nas condições brasileiras (KANO *et al.*, 2005). Para esse tipo de melão, Cardoso (2002) verificou maior absorção e redistribuição de nutrientes na planta, aumento no número de frutos comerciais na produtividade e na qualidade dos frutos, em função da aplicação de CO<sub>2</sub> na água de irrigação do meloeiro cultivado em ambiente protegido.

O enriquecimento da água de irrigação com CO<sub>2</sub> e a fertirrigação se impõem como práticas a serem testadas, visando ao aumento da produtividade e da qualidade física e química de frutos de melão. Entretanto a falta de informações sobre os efeitos de diferentes doses de CO<sub>2</sub> no meloeiro tem limitado o avanço dessa tecnologia (FRIZZONE, CARDOSO; REZENDE, 2005). Dessa forma, estudos que aumentem o conhecimento das repostas de plantas de meloeiro a aplicação de CO<sub>2</sub>, especialmente quando estas são submetidas a condições de estresse, como o salino, são de fundamental importância para um manejo que maximize a produtividade das plantas sem aumento considerável dos custos de produção.

## 2.5 Efeito do CO<sub>2</sub> sobre plantas submetidas ao estresse

A aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação ou via aérea tem sido testada com relativo sucesso em hortaliças, frutíferas e em plantas ornamentais. Embora não seja uma técnica nova, já que os primeiros trabalhos de utilização do CO<sub>2</sub> na agricultura datam do começo do século XX, sua adoção, para uso geral, ainda não tem sido recomendada (MOORE, 1990).

A aplicação de CO<sub>2</sub> na água ou no ar baseia-se no fato de que alguns processos fisiológicos ou bioquímicos das plantas são beneficiados por este gás, causando respostas positivas na produtividade em várias culturas agrícolas (MACHADO *et al.*, 1999). Além disso, o efeito do CO<sub>2</sub> elevado ou da salinidade em plantas tem sido determinados separadamente para um grande número de espécies, mas especificamente, sua interação tem sido pouco estudada (PEREZ-LOPEZ *et al.*, 2009) e quando realizadas, geralmente, são abordagens limitadas à eficiência fotoquímica ou às avaliações bioquímica de metabólitos e enzimas, não integrando tais parâmetros.

Enquanto muitos dos efeitos fisiológicos ocasionados pelo estresse salino encontram-se bem estabelecidos, estudos com elevadas concentrações de CO<sub>2</sub> são comparativamente menos abundantes e muitas concepções ainda são confrontadas. Se por um lado o estresse salino leva a planta ao déficit hídrico, altera a distribuição de íons, causa toxidez (ZHU, 2001), inativa enzimas, inibe síntese de proteínas (NIU *et al.*, 1995), provoca danos oxidativos (MUNNS; TESTER, 2008), estagnando o crescimento e alterando a fotossíntese, por um outro lado, o estabelecimento dos efeitos ocasionados pela alta concentrações de CO<sub>2</sub> ainda são reportados com grandes controvérsias e muitas especulações (COSTA, 2004).

As plantas cultivadas em ambientes de CO<sub>2</sub> elevado apresentam características favoráveis ao crescimento em condições salinas, criando uma certa expectativa quanto á atenuação dos efeitos ocasionados pelo o estresse salino (ROBREDO *et al.*, 2011).

Outros efeitos do CO<sub>2</sub> ocorrem no sistema radicular, interrompendo a ação do etileno, restabelecendo o crescimento de raízes e aumentando a resistência das plantas a estresses hídricos (LEMON, 1983 citado por MOORE, 1991).

Machado *et al.* (1999) relatam de forma objetiva, algumas hipóteses na tentativa de justificar as causas dos efeitos positivos sobre a produtividade das culturas

promovida pela aplicação de CO<sub>2</sub>, via água de irrigação. Entre as hipóteses apresentadas estão: a difusão do gás do solo para o ar e a absorção, a distribuição e o acúmulo de nutrientes na planta, agindo como fitormônio, competindo com o etileno no ar do solo.

Muitos estudos mostram que a resposta das plantas à elevação da concentração de CO<sub>2</sub> varia conforme a espécie, a temperatura e a nutrição mineral. O processo de aplicação de gás via água de irrigação tornou-se possível após a década de 80, pelo desenvolvimento de novas tecnologias de irrigação localizada e de métodos mais eficientes de carbonatação da água (DURÃO; GALVÃO, 1995).

Storlie e Heckman (1996) citaram os possíveis mecanismos que levam a cultura ao incremento de produção, quando se trabalha com água carbonatada. Eles são: i) incremento na absorção de alguns elementos na planta; ii) enriquecimento do sistema solo-ar com CO<sub>2</sub> que inibe a atividade de etileno melhorando a atividade do sistema radicular; iii) absorção direta do CO<sub>2</sub>, o que estimula a fotossíntese. Os autores assinalam que o uso da água carbonatada não tem sido ainda recomendado comercialmente devido às poucas pesquisas realizadas em campo e ao desconhecimento de certos mecanismos de ação, que provem resultados diversos, dependendo das condições ambientais.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no Campus Experimental de Pacajus, da Embrapa Agroindústria Tropical, com coordenadas (4° 10' S e 38° 27' W), altitude de 60 m, distante 55 Km de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. O clima é Aw segundo a classificação de Köppen (clima tropical com período chuvoso seco). A área do experimento foi de 20 m de comprimento x 32 m de largura, e o solo da área utilizada foi classificado como Neossolo Quartzarênico Distrófico (EMBRAPA, 1999).

Figura 1 - Visão geral da área experimental de cultivo de melão amarelo (híbrido goldex) em Pacajus, CE



Fonte: Autor.

#### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento transcorreu de julho a outubro de 2014 (74 dias). A olerícola utilizada na área foi o meloeiro amarelo (híbrido goldex), em que o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 3 x 5, com 4 repetições. Cada repetição foi constituída por 12 plantas úteis. O primeiro fator correspondeu aos tratamentos com CO<sub>2</sub> enquanto o segundo fator correspondeu aos tratamentos salinos.

Os tratamentos do primeiro fator consistiram de ausência (SC) e presença de CO<sub>2</sub> (C1 - cinco aplicações e C2 - duas aplicações), sendo o CO<sub>2</sub> aplicado na forma de gás, injetado diretamente no sistema de irrigação. A aplicação era feita uma vez por semana, sendo distribuída da seguinte forma: cinco aplicações para o tratamento C1 (início do florescimento até a maturação – 39 a 68 dias após o plantio) e duas para o tratamento C2 (após a frutificação até a maturação – 61 a 68 dias após o plantio). O sistema de injeção de dióxido de carbono era equipado por um cilindro (78 kg), uma válvula reguladora de pressão, um manômetro e conexões de tubos de polietileno com resistência à pressão (Figura 2).

Figura 2 - Funcionamento da injeção de CO<sub>2</sub> em campo na área experimental (A) e manômetro com regulador de pressão (B). Pacajus-CE



Fonte: Autor.

A quantidade de CO<sub>2</sub> aplicada em cada tratamento foi mensurada adotado o método da pesagem do cilindro no início e no final de cada aplicação. Cada aplicação era feita com duração de 20 minutos, em que no tratamento C1 foi gasto, nas cinco aplicações, 13,5 kg do gás (675 kg ha<sup>-1</sup>). Já para o C2, nas duas aplicações, foram gastos 4,5 kg do mesmo gás (225 kg ha<sup>-1</sup>).

Além da aplicação de CO<sub>2</sub>, as plantas foram submetidas aos tratamentos salinos (segundo fator), que consistiu na irrigação diária das plantas com águas com condutividades elétricas (CEa) de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, a partir de 38 dias após o plantio.

No caso dos tratamentos salinos, a solução foi preparada a partir da adição do sal NaCl (cloreto de sódio), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1} = \text{CE} \times 10$ ), extraída de Rhoades *et al.* (1992). Adicionalmente, após o sal ser colocado as soluções salinas foram ajustadas para as respectivas condutividades, utilizando-se um condutivímetro portátil.

As soluções eram acondicionadas em caixas d'água de 5000 L (Figura 3), que por sua vez estavam ligadas à área do experimento por sistemas de irrigação pressurizado.

Figura 3 – Visão geral das caixas d'água onde foram preparadas e armazenadas as soluções salinas com diferentes concentrações de sal (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS  $\text{m}^{-1}$ ). Pacajus-CE



Fonte: Autor.

### 3.3 Tratos culturais

O preparo da área consistiu de uma gradagem seguido de adubação orgânica e química. A adubação química de fundação foi feita em função do resultado da análise de solo e de acordo com as recomendações propostas por Crisóstomo (2002). Após a adubação, foram confeccionadas as “leiras” de plantio espaçadas de 2,0m, com comprimento de 20 m. Em seguida, foram colocadas as mangueiras de irrigação com os gotejadores, seguido da colocação dos filmes plásticos de polietileno de cor preta (mulching), em cada leira.

As sementes do meloeiro amarelo (híbrido Goldex) foram plantadas diretamente no campo (uma semente por cova), com replantio após 7 dias, para repor as sementes que não germinaram. O espaçamento foi de 0,4 m x 2,0 m, entre plantas e entre linhas, respectivamente.

Os tratos culturais para o experimento constaram de capinas regulares e manuais nas entrelinhas, principalmente no início do desenvolvimento da cultura. O tratamento fitossanitário foi feito preventivamente para o controle de pragas como mosca branca e lagartas (*Sumithion*, *Aplaudi* e *Mospilan*) e larva minadora (*Abamix*).

### 3.4 Irrigação e fertirrigação

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, constituído por gotejador tipo RAM com vazão de 3,6 L h<sup>-1</sup>, espaçados de 0,40 m. A irrigação era feita diariamente de modo a permitir a formação de faixas molhadas no solo ao longo das fileiras das plantas, mantendo assim o solo na capacidade de campo. A quantidade de água aplicada no meloeiro foi determinada com base em leituras de uma estação meteorológica próxima a área experimental, de acordo com a evapotranspiração do dia. Os dados coletados foram utilizados para a determinação da quantidade de água necessária, sendo observado um valor de 351 m<sup>3</sup> de água aplicado durante todo o ciclo da cultura do meloeiro (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de água aplicada durante todo o ciclo do meloeiro. Pacajus –CE, 2014

Dias de cultivo	min.dia <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> por período
1 – 14	30	18,9
15 – 31	60	61,2
32 – 49	90	97,2
49 – 68	150	171,0
69 - 74	10	2,7

O sistema da estação de controle foi composto por moto-bombas, caixa d'água com 5.000 litros de capacidade, filtro de disco, hidrômetro, válvula de controle de pressão e registro de controle de irrigação. As mangueiras do tipo pressurizada foram enterradas a uma profundidade de 0,15 m da superfície do solo. Avaliou-se, no início do experimento a uniformidade de distribuição de água, pelo o método keller; karmeli,

(1975), no qual as medições de vazão foram feitas em quatro emissores ao longo da linha lateral, da seguinte forma: o primeiro gotejador, o segundo situado a 1/3; o terceiro a 2/3 do comprimento da linha; e o último gotejador. O tempo de medição da vazão foi de 2 minutos, em que foram determinados os coeficientes do CUC e CUD. Os valores foram de 85,82% e 78,89% respectivamente.

A operacionalização do sistema de fertirrigação ficou separada da injeção do CO<sub>2</sub> e do sistema de irrigação. A aplicação da fertirrigação foi iniciada em 07 de agosto e se estendeu até 25 de setembro, totalizando 22 aplicações. A injeção dos fertilizantes foi realizada por meio de tubo de venturi e uma bomba tipo Dancor (1/2 cv) no qual os fertilizantes eram aplicados diretamente no sistema de irrigação. Os fertilizantes utilizados foram: ureia e cloreto de potássio. As aplicações foram feitas de forma parcelada durante a condução do experimento, totalizando 250 kg ha<sup>-1</sup> de ureia e 328,1 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.

### **3.5 Variáveis analisadas**

#### ***3.5.1 Condutividade elétrica do solo***

A condutividade elétrica do solo foi mensurada ao final do experimento, utilizando um condutivímetro de contato direto (W.E.T Sensor Type WET-1) Os resultados foram expressos em dS m<sup>-1</sup>.

Foi realizado preliminarmente um teste mensurando a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo pelo método tradicional, em que o extrato foi obtido de uma amostra filtrada em papel de filtro com auxílio de vácuo e o método citado acima. A diferença dos resultados entre os métodos (contato direto e extrato de saturação do solo) foi desprezível. Dessa maneira, escolheu-se o método de contato direto por ser muito menos laborioso.

#### ***3.5.2 Determinação do CO<sub>2</sub> na água de irrigação***

A determinação do gás carbônico livre contido na água de irrigação foi feita no final do experimento. A coleta da água foi feita nos emissores ao longo da linha lateral,



da seguinte forma: no primeiro gotejador, no gotejador que ficava no meio da linha; e o último gotejador. As amostras foram transportadas para o laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical, no qual as amostras foram analisadas pelo método da titulação (FUNASA, 2006). A titulação foi feita adicionando-se solução de hidróxido de sódio a 100 ml da amostra de água, com 3 gotas de fenolftaleína, até o aparecimento de leve coloração rósea persistente por pelo menos 30 segundos.

### **3.5.3 Trocas gasosas**

As trocas gasosas foram mensuradas aos 38 (logo após o início da aplicação dos tratamentos salinos), 46, 61, 68 dias após o plantio, com o auxílio de um analisador de gás no infravermelho (IRGA) (LCi, ADC Bioscientific Ltd). As medições ocorreram entre 09:00 e 12:00 h, nas folhas mais desenvolvidas, sob condições ambiente de temperatura e umidade, utilizando fonte de luz artificial constante de 1.000  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , irradiância saturada para a fotossíntese de plantas de meloeiro. As trocas gasosas mensuradas foram: fotossíntese líquida ( $A$ ), expressa em  $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , condutância estomática ( $g_s$ ) em  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e a transpiração ( $E$ ) em  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

### **3.5.4 Crescimento e desenvolvimento**

Foram determinadas ao final do experimento a área foliar (AF), por meio de um integrador de área foliar (LI-3100C, LI-COR) e as massas secas das folhas (MSF) e do caule + ramos (MSC). Para a determinação das massas secas, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até atingirem massa constante.

### **3.5.5 Teores de $\text{Na}^+$ , $\text{Cl}^-$ e $\text{K}^+$ nas folhas e nos caules + ramos**

Os teores dos íons  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{K}^+$  das folhas e caules foram determinados a partir da trituração do material vegetal seco em um moinho de facas. Após, 0,5 g desses materiais vegetais foram homogeneizados em 25 mL de água deionizada (passada através de filtros miliporos - mili-Q). Em seguida, essa mistura foi submetida à agitação

por duas horas, seguido de filtração em papel de filtro do tipo lento, sendo o filtrado armazenado em frascos e mantido refrigerado até o momento das determinações do  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{K}^+$ .

Os teores de sódio e potássio foi determinado no extrato por fotometria de chama (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Antes de proceder à leitura das amostras, o fotômetro de chama (DM-62, Digimed) foi calibrado com água deionizada e soluções padrões. Nos casos em que as leituras ultrapassaram o limite de detecção do aparelho, procedeu-se às diluições necessárias.

Para a determinação do cloreto, utilizou-se uma alíquota de 0,1 mL do extrato, completado para 3,0 mL com água deionizada. Em seguida, adicionaram-se 0,5 mL de mistura de  $\text{Hg}(\text{SCN})_2$  13,2 mM, em metanol, e de  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  20,2% (4 + 1). A mistura foi agitada vigorosamente e, após repouso por 15 min, foram efetuadas as leituras de absorvância a 460 nm no espectrofotômetro (BioMate 3, Thermo Scientific) (GAINES; PARKER; GASCHO, 1984). A curva de calibração foi preparada utilizando-se NaCl como padrão sendo o extrato dosado em duplicatas.

### ***3.5.6 Teores de carboidratos nas folhas e nos caules + ramos***

O extrato para análise de carboidratos solúveis foi formulado a partir de 0,5 g de material seco para 25 ml de água deionizada. O extrato foi agitado por um período de duas horas em agitador do tipo sheik. Seguindo o processo, foi realizada a filtração da solução em papel de filtro. Desse, foi coletado em torno de 50  $\mu\text{L}$  e 100  $\mu\text{L}$  de cada amostra de folha e do caule + ramo respectivamente, para a análise do teor de carboidrato solúvel total, segundo metodologia descrita por Dubois *et al* (1956), que utiliza fenol a 5% e ácido sulfúrico nas suas reações.

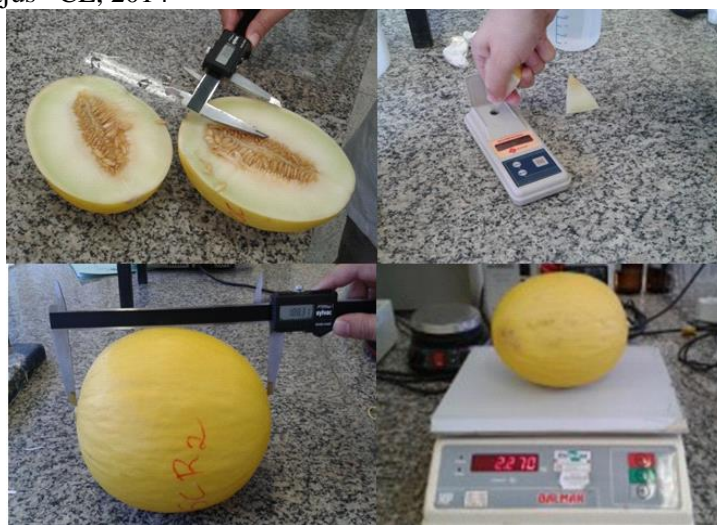
As leituras das amostras foram realizadas em espectrofotômetro, utilizando 490 nm de absorvância. A partir da equação de regressão linear obtida pela curva padrão foi mensurada a concentração de carboidratos solúveis de cada amostra.

### 3.5.7 Produtividade e qualidade dos frutos

No final do experimento os frutos foram colhidos e mensurados o número de frutos por tratamento e a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) de frutos comerciais e totais. Após a colheita os frutos foram transportados para o laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical, no qual os frutos comerciais foram cortados e pesados individualmente para as análises físicas e químicas. Os demais frutos foram apenas pesados e tiveram o comprimento e o diâmetro medidos.

As determinações físicas foram: peso dos frutos ( $kg\ ha^{-1}$ ), comprimentos e diâmetros dos frutos (mm) e espessura da polpa (mm). Os frutos foram pesados em balança de precisão e os três últimos parâmetros foram determinados com o auxílio de um paquímetro (Figura 4).

Figura 4 – Espessura da polpa (A), sólidos solúveis totais (°Brix) (B), comprimento (C) e peso do fruto D). Pacajus –CE, 2014



Fonte: Autor.

As determinações químicas consistiram na determinação dos sólidos solúveis totais (°Brix), por meio de um refratômetro digital (marca Quimis) de leitura direta e da acidez titulável (AT). O teor de acidez (ácido cítrico) foi determinado pelo método da titulação, proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), em que foi pesado 10g da amostra do suco do fruto e adicionado 100 ml de água deionizada, titulando-se com solução de NaOH 0,01 N, utilizando-se três gotas do indicador fenolftalina 1%.

### **3.6 *Análise estatística***

Os resultados foram submetidos à análise de variância. Para os dados quantitativos (tratamentos salinos) foi feita análise de regressão, já para os dados qualitativos (tratamentos de CO<sub>2</sub>) foi feita comparação entre médias, aplicando o teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade quando os dados foram significativos para o teste F. O programa estatístico utilizado foi o ASSISTAT 7.6 beta.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Salinidade do solo e teor de CO<sub>2</sub> na água de irrigação

A salinidade na água de irrigação afetou a condutividade elétrica da solução do solo (Tabela 2).

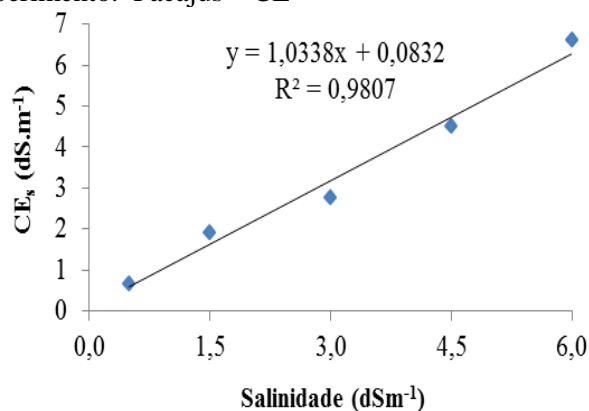
Tabela 2 – Análise de variância da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo cultivado com plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>). Pacajus – CE

FV	Quadrados médios	
	GL	CE mS.m <sup>-1</sup>
Salinidade (S)	5	214413,39877
Resíduo	15	305,0292
CV (%)	5,30	
Regressão polinomial para a salinidade		
Linear	1	833887,55 **
Quadrática	1	19,594,27 **
Cúbica	1	2245,66 *
4º grau	1	1926,10 *

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

A condutividade elétrica do extrato de saturação dos primeiros 20 cm do solo, local onde se encontra a maior parte das raízes do meloeiro, aumentou linearmente com a elevação dos níveis de salinidade da água de irrigação (Figura 5).

Figura 5 - Condutividade elétrica (CE<sub>s</sub>) cultivado com plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5; 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) ao longo do experimento. Pacajus – CE

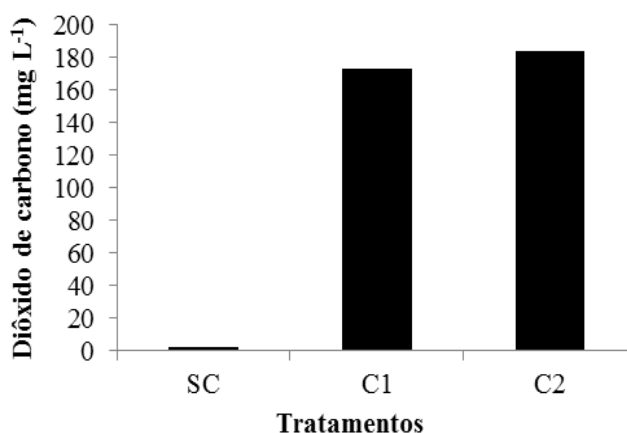


Como o sistema de irrigação adotado foi por gotejamento (alta frequência e formação de bulbo molhado), houve uma maior concentração de sais na superfície do solo próximo ao sistema radicular da planta. Logo, com o aumento do nível salino e do tempo de exposição dos sais da água de irrigação, a CE do solo aumentou proporcionalmente. Ademais, como não houve precipitação durante a condução do experimento, os sais advindos da água de irrigação não foram lixiviados para as camadas mais inferiores do solo.

Os mesmos padrões de resultados foram constatados por Souza Neto *et al.* (2014) e Costa *et al.* (2012), ambos trabalhando com a cultura da melancia. Eles observaram que os aumentos de sais e da condutividade elétrica na solução do solo estão relacionados diretamente com a condutividade elétrica da água de irrigação.

Dessa forma, a aplicação de CO<sub>2</sub> na água de irrigação proporcionou aumento no teor de CO<sub>2</sub> da água que chegava às plantas (Figura 6).

Figura 6 – Teor de dióxido de carbono na água de irrigação de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex. Pacajus – CE



Ao final do experimento foi avaliado o teor de CO<sub>2</sub> na água de irrigação, com o objetivo de avaliar a distribuição do mesmo nas plantas do meloeiro. Dessa forma, foi observado então que apenas o tratamento sem aplicação de CO<sub>2</sub> (SC) diferiu estaticamente dos demais, apresentando um teor de 2,42 mg L<sup>-1</sup>, enquanto no tratamento com aplicação de CO<sub>2</sub> (C2) esse valor foi de 184,19 mg L<sup>-1</sup>.

## 4.2 Solutos inorgânicos nas folhas

Os teores de sódio nas folhas e nos caules e ramos das plantas foram significativamente afetados pelos tratamentos salinos, entretanto, não foram afetados significativamente pelo tratamento com CO<sub>2</sub>, havendo ainda interação entre salinidade e CO<sub>2</sub> para a variável sódio na folha (NaF) (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise de variância para os teores de sódio na folha (NaF) e no caule (NaC) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE

Quadrados médios			
FV	GL	NaF (mg g <sup>-1</sup> )	NaC (mg g <sup>-1</sup> )
Salinidade (S)	4	10,346	67,328
CO <sub>2</sub> (C)	2	0,616 ns	0,866 ns
SxC	8	1,620 **	2,702 ns
Resíduo	45	0,524	1,547
CV (%)		22,66	15,10
Regressão polinomial para a salinidade			
Linear	1	20,766**	53,324**
Quadrática	1	12,992**	84,403**
Cúbica	1	5,914**	93,737**
4º grau	1	1,711 ns	37,848**

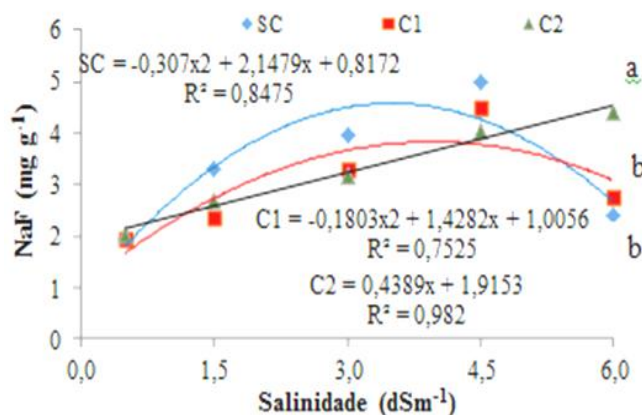
\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Ambas as variáveis ajustaram-se a uma tendência quadrática de decréscimo em relação à salinidade. Os teores de sódio nas folhas foram alterados pelos tratamentos salinos. Tanto nas plantas dos tratamentos SC quanto nas do C1 houve um ajuste ao modelo polinomial quadrático, enquanto para o tratamento C2 o ajuste foi linear, com coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,84, 0,75 e 0,98 respectivamente (Figura 7).

Percebe-se, portanto, que ocorreu acúmulo de sódio nas folhas do meloeiro em função dos tratamentos salinos até o nível de 4,5 dS m<sup>-1</sup>. O acúmulo de sódio em excesso pode provocar redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional devido á elevada concentração iônica e efeito tóxico do íon sódio (SCHOSSLER *et al*, 2012).

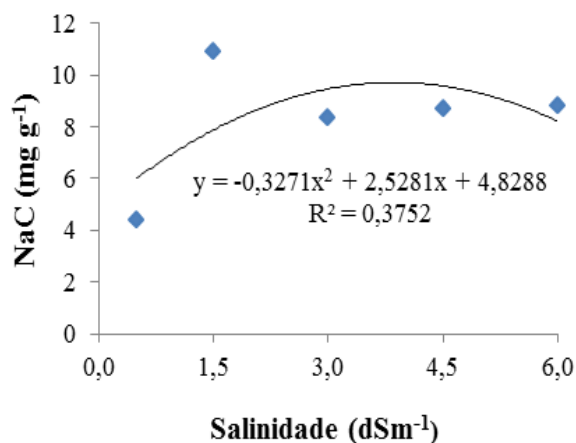
Como pode ser observado na figura 7, a diferença estatística entre os tratamentos de CO<sub>2</sub> ocorreu apenas na salinidade de 6,0 dS m<sup>-1</sup> com valores de 2,6 mg g<sup>-1</sup>, 3,1 mg g<sup>-1</sup> e 4,5 mg g<sup>-1</sup> respectivamente para os tratamentos SC, C1 e C2.

Figura 7 – Teor de sódio nas folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



Como não houve interação entre os fatores para a variável teor de sódio no caule + ramos, a análise de regressão para os tratamentos salinos foi realizada com a média dos tratamentos de CO<sub>2</sub> (Figura 8).

Figura 8 – Teor de sódio nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



Os dados se ajustaram a um modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,37. Constatou-se que o aumento de NaCl na água de irrigação proporcionou um aumento no teor de sódio em todos os tratamentos salinos, sendo que o maior valor deste elemento foi encontrado na salinidade (4,5 dS m<sup>-1</sup>) de



9,58 mg g<sup>-1</sup>, quando comparado com a maior salinidade na curva de regressão quadrática.

Souza (2012) avaliando o teor de sódio das folhas de cajueiro, observou que o CO<sub>2</sub> elevado induziu reduções de 31%, a salinidade proporcionou acréscimo em 75%, enquanto a interação entre a salinidade e o alto CO<sub>2</sub> induziu decréscimo de 40%, quando comparado ao controle.

Comparando-se os teores de sódio dos caules e das folhas, se observa valores superiores no caule, inferindo haver uma restrição ao transporte desse íon para as folhas, via xilema. Larcher (2006), ressaltam que a capacidade de exclusão do sódio nos tecidos fotossintetizantes é um importante mecanismo de adaptação á salinidade e deve-se, provavelmente, ao melhor controle de absorção desse íon para a solução externa e/ou maior relação parte aérea/raiz.

Gurgel *et al.* (2010) constataram nas cultivares Orange Flesh e Goldex, maiores acúmulos de sódio em condições de alta salinidade.

Segundo Dias; Blanco (2010), nas culturas arbóreas, os níveis tóxicos de sódio nas folhas se encontram em concentrações acima de 0,25% a 0,50% com base no peso seco.

Dutra (2008), trabalhando com a cultura do feijão caupi, afirma que é possível sugerir a existência de um mecanismo de exclusão ou compartimentalização do Na<sup>+</sup> no caule e pecíolo, diminuindo o movimento deste íon em direção as folhas.

Os teores de cloreto na folha (CIF) e no caule (CIC) foram influenciados significativamente pelos tratamentos salinos e pela interação entre os fatores salinidade S x CO<sub>2</sub>. Por sua vez, para o CIC não houve diferença significativa nos tratamentos com CO<sub>2</sub> (Tabela 4). Na análise de regressão as variáveis CIF e CIC apresentaram tendência quadrática com relação a salinidade.

Tabela 4 – Análise de variância para os teores de cloreto nas folhas (CIF) e nos caules + raízes (CIC) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE

FV	Quadrados médios		
	GL	CIF (mg g <sup>-1</sup> )	CIC (mg g <sup>-1</sup> )
Salinidade (S)	4	4406,69	15002,44
CO <sub>2</sub> (C)	2	1387,79 **	2330,10 ns
SxC	8	1006,32 **	2718,04 **
Resíduo	45	105,59	1092,87
CV (%)		10,02	17,69
	Regressão polinomial para a salinidade		
Linear	1	4385,82**	13251,34 **
Quadrática	1	10614,66**	18955,43 **
Cúbica	1	488,87 *	9304,47 **
4º grau	1	2137,41**	18498,54 **

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

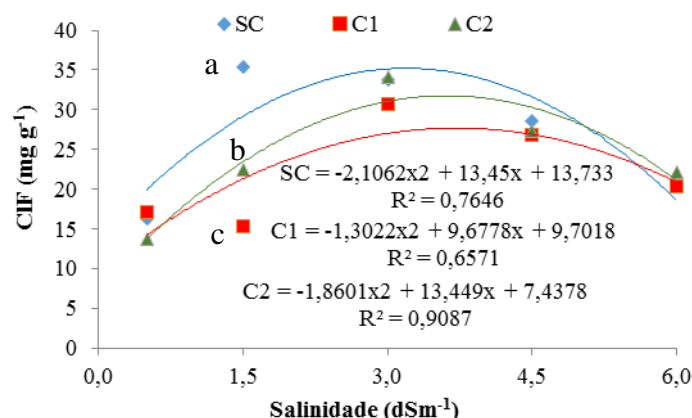
Observa-se para a variável cloreto na folha que as regressões melhores ajustadas foram do tipo polinomial quadrática com coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,76, 0,65 e 0,90 para SC, C1 e C2, respectivamente (Figura 9).

Com relação aos tratamentos com CO<sub>2</sub>, houve diferença estatística apenas na salinidade 1,5 dS m<sup>-1</sup>. Os valores encontrados nos tratamentos SC, C1 e C2 foram de 29,2 mg g<sup>-1</sup>, 21,3 mg g<sup>-1</sup> e 23,4 mg g<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 9). Dessa forma, os valores dos tratamentos C1 (aplicação no início do florescimento até a frutificação) e C2 (frutificação até a maturação) apresentaram um decréscimo de 17,96% e 10,90%, respectivamente, em relação ao tratamento sem CO<sub>2</sub>. Acredita-se que, nesse nível de salinidade aplicação de dióxido de carbono injetado na água de irrigação minimizou o acúmulo deste íon na folha.

Semelhante ao sódio, observa-se que o cloreto aumentou com a elevação dos níveis de sal na água de irrigação até a condutividade de 3,0 dS m<sup>-1</sup>, decrescendo posteriormente nos outros níveis mais altos de salinidade.

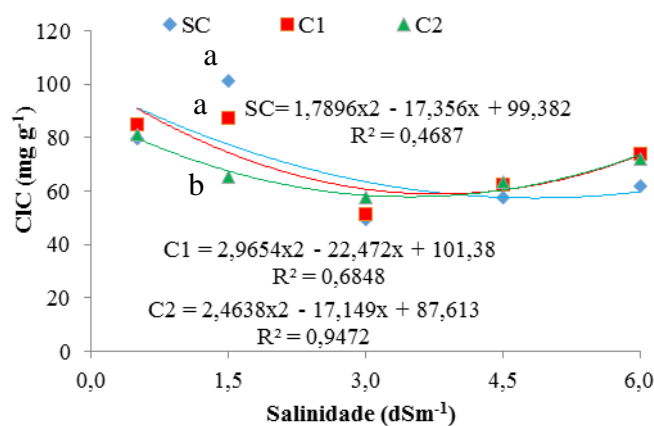
Dessa forma, pode-se sugerir que em níveis mais elevados de salinidade, o íon cloreto pode ter se deslocado para outros órgãos da planta, como caule ou raiz, para tentar não prejudicar a área fotossinteticamente ativa da folha, principal responsável pela produção de fotoassimilados.

Figura 9 – Teor de cloreto nas folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



Para os teores de cloreto no caule + ramos (CIC), os tratamentos salinos apresentaram regressão do tipo polinomial quadrática, com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,46; 0,68 e 0,94 para SC, C1 e C2, respectivamente (Figura 10).

Figura 10 – Teor de cloreto nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



As curvas de regressão mostraram que apenas o tratamento de salinidade 1,5 dS m<sup>-1</sup> apresentou diferença estatística para os tratamentos SC, C1, e C2, com valores de 77,4 mg g<sup>-1</sup>, 74,3 mg g<sup>-1</sup> e 65,58 mg g<sup>-1</sup>, respectivamente.

O acúmulo de cloreto no caule foi mais que o dobro das folhas, mostrando que esse íon foi armazenado em maior quantidade no caule. Ademais, nos níveis mais elevados de salinidade houve proporcionalmente maior acúmulo de cloreto no caule, tentando assim minimizar os efeitos deletérios da toxidez dos sais nas folhas.

Foram verificados por Silva *et al.* (2013), trabalhando com abóbora, um incremento de  $0,67 \text{ g Kg}^{-1}$  de cloreto para cada unidade de  $\text{dS m}^{-1}$ . Outros trabalhos realizados por Cruz *et al.* (2006) maracujazeiro-amarelo, Bosco *et al.* (2009) melancia e Neves *et al.* (2009) feijão-de-corda, constataram um aumento linear no teor de cloreto na planta.

Segundo Jeschke *et al.* (1992), em espécies halófitas o excesso de íons é retido nas raízes, na porção superior do caule, no pedúnculo da flor e no pecíolo da folha, diminuindo, dessa forma, a quantidade de sal que chega até as folhas e os frutos jovens.

Dias e Blanco (2010), afirmam que a sensibilidade das culturas ao cloreto é bastante variável como, por exemplo, as frutíferas, que começam a mostrar sintomas de danos a concentrações acima de 0,3% de cloreto, em base de peso seco, enquanto que as espécies tolerantes podem acumular até 4,0% a 5,0% de cloreto sem manifestar qualquer sintoma de toxicidade.

As altas concentrações dos íons sódio e cloreto no citosol causam desestabilização de membranas. Além disso, o excesso de íons no citosol, especialmente o  $\text{Na}^+$ , causa grandes alterações sobre a atividade de enzimas e estrutura funcional de proteínas. Nessas condições, a salinidade pode induzir problemas sérios no transporte de água e de nutrientes minerais, acarretando “seca por salinidade” e desbalanço nutricional, especialmente na relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  no citosol. (SILVEIRA *et al.*, 2010)

Observando os valores de  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  nas folhas, foram encontrados teores de  $\text{Cl}^-$  bem superiores em relação ao  $\text{Na}^+$ , este fato se deve à característica de ânion livre que este nutriente exerce na planta, o que confere mobilidade e elevadas taxas de transporte.

Os teores de potássio nas folhas (KF) e nos caules + ramos (KC) foram afetados significativamente pelos tratamentos salinos, sem efeito significativo para a aplicação do  $\text{CO}_2$ , tendo ainda havido interação entre os fatores para os teores de potássio no caule + ramos (Tabela 5).

Concordando com Pinto *et al.* (2001), que trabalharam com o cultivar Valenciano amarelo, não houve diferença significativa entre os teores de nutrientes nas folhas do meloeiro ocasionada pela aplicação de dióxido de carbono através da água de irrigação.

Tabela 5 – Análise de variância para os teores de potássio nas folhas (KF) e nos caules + raízes (KC) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE

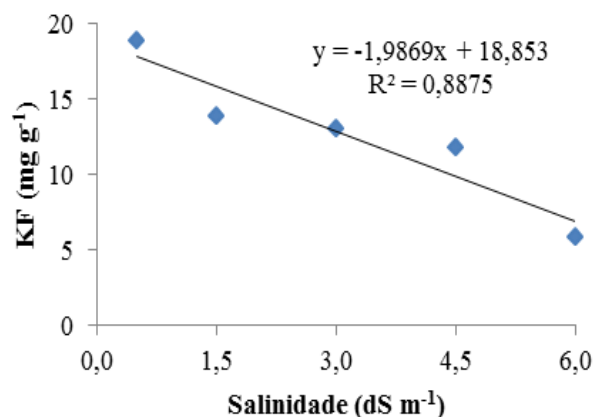
FV	Quadrados médios		
	GL	KF (mg g <sup>-1</sup> )	KC (mg g <sup>-1</sup> )
Salinidade (S)	4	262,812	279,284
CO <sub>2</sub> (C)	2	18,694 ns	6,049 ns
SxC	8	31,882 ns	11,711 **
Resíduo	45	19,25	2,84
CV (%)		34,56	20,65
Regressão polinomial para a salinidade			
Linear	1	952,484**	984,815**
Quadrática	1	3,949 ns	20,853**
Cúbica	1	94,767*	92,690**
4° grau	1	0,049 ns	18,778*

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

A análise de regressão aplicada aos dados de potássio na folha (KF) pode ser vista na Figura 11, em que obteve um modelo linear negativo, com coeficiente de determinação de 0,88, que aponta que à medida que se aumentou o nível de salinidade, os teores de potássio na folha iam diminuindo gradativamente.

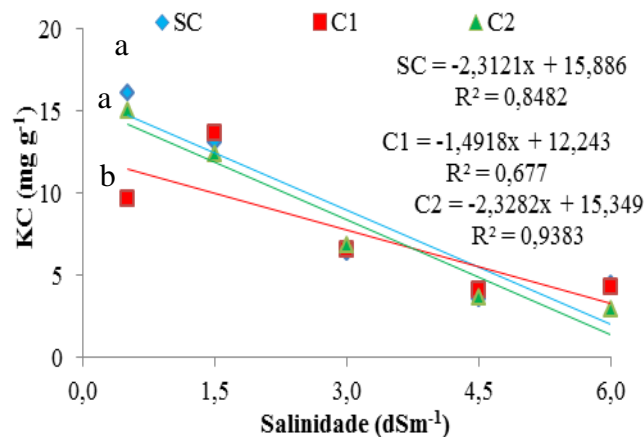
O menor acúmulo de potássio foi alcançado no maior nível de salinidade, com 6,9 mg g<sup>-1</sup>, enquanto nas plantas irrigadas com água de menor salinidade (controle), o valor obtido foi de 17,8 mg g<sup>-1</sup> (Figura 11).

Figura 11 – Teores de potássio nas folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



Já para os teores de potássio no caule (KC), em que houve interação entre os fatores, também foi observado regressão linear negativa, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,84; 0,67 e 0,93 para SC, C1 e C2, respectivamente (Figura 12).

Figura 12 – Teores de potássio nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0  $\text{dS m}^{-1}$ ) e sob aplicação de  $\text{CO}_2$ . Pacajus – CE



Observa-se ainda que houve diferença estatística entre os tratamentos de  $\text{CO}_2$  apenas no nível de salinidade  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  (controle), e que os tratamentos SC, C1 e C2 apresentaram valores de  $14,7 \text{ mg g}^{-1}$ ,  $11,5 \text{ mg g}^{-1}$  e  $14,2 \text{ mg g}^{-1}$ , respectivamente.

Do exposto, se observa que a salinidade afetou diretamente os teores de potássio tanto nas folhas quanto nos caules + ramos, em que o aumento das concentrações salinas provocou um decréscimo na absorção de  $\text{K}^+$ , sugerindo ter havido um desequilíbrio nutricional da planta.

Costa (2011), trabalhando com melancia cv. Shadow, verificou que os teores de potássio na folha aos 43 DAT para CE de  $0,57 \text{ dS m}^{-1}$  foi de  $41,4 \text{ g kg}^{-1}$ , e aos 60 DAT para a CE  $2,77 \text{ dS m}^{-1}$ , o valor foi de  $36,7 \text{ g kg}^{-1}$ , mostrando uma diminuição desse nutriente com o aumento da salinidade e o tempo de exposição do estresse salino na planta.

Carmo *et al.* (2011), também constataram uma redução no teor de potássio com o aumento da salinidade da água, no tecido foliar da abóbora, com uma redução de 22% na absorção do nutriente. Já Lacerda *et al.* (2004), trabalhando com dois genótipos de sorgo, um tolerante e o outro sensível a salinidade, observaram redução nos teores de K nas folhas dos dois genótipos, independente da concentração de Ca, sendo o genótipo

tolerante o que manteve sempre os maiores teores desse nutriente nas folhas, o que pode ser atribuído a sua maior tolerância ao estresse salino.

Souza (2012), trabalhando com plântulas de cajueiro, observou que as plantas expostas a elevado CO<sub>2</sub> reduziram o teor de potássio em 40% em relação ao controle. Por sua vez, a salinidade induziu aumentos significativos pouco expressivos (apenas 6%). Em exposição ao elevado CO<sub>2</sub> associado à salinidade, esta redução foi de 20%.

Embora o potássio não faça parte de nenhum composto orgânico, desempenha importantes funções nas plantas sob condições de estresse, como nas propriedades osmóticas, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas, transporte de carboidratos entre outros (TAIZ; ZEIGER, 2009). Segundo Lacerda *et al.* (2004) o K<sup>+</sup> é extremamente importante para o metabolismo das plantas e a manutenção de teores mais elevados é fundamental para a maior produção de matéria seca em espécies tolerantes ao estresse salino.

### **4.3 Crescimento e desenvolvimento das plantas**

A salinidade proporcionou efeitos significativos nos valores da área foliar (AF), da matéria seca das folhas (MSF) e dos caules + ramos (MSC). Não houve efeito significativo para os tratamentos de CO<sub>2</sub> e nem houve interação entre os fatores para as três variáveis citadas (Tabela 6).

Pooter; Perez-Soba (2001) observaram que o aumento de CO<sub>2</sub> provocou poucas mudanças nas respostas de crescimento da maioria das plantas em solos salinizados. Entretanto, Idso; Idso (1994) mostraram que ainda existem grandes controvérsias sobre a resposta das plantas ao aumento do CO<sub>2</sub>, mesmo em situações de estresse leve a moderado. Segundo os mesmos, novas pesquisas devem ser conduzidas.

Tabela 6 – Análise de variância para os valores de área foliar (AF), massa seca das folhas (MSF) e massa seca do caule (MSC) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE

FV	Quadrados médios			
	GL	AF (cm <sup>2</sup> )	MSF (g)	MSC (g)
Salinidade (S)	4	25.314.947,813	0,001	0,001
CO <sub>2</sub> (C)	2	992329,403ns	0,001 ns	0,001 ns
SxC	8	4399207,502 ns	0,001 ns	0,001 ns
Resíduo	45	5.331.022,350	0,001	0,001
CV (%)		43,26	33,73	42,47
Regressão polinomial para a salinidade				
Linear	1	100796479,368**	0,004**	0,002**
Quadrática	1	231241,035 ns	0,00009 ns	0,000 ns
Cúbica	1	175898,671 ns	0,0003 ns	0,00001 ns
4° grau	1	56172,179 ns	0,00002 ns	0,000 ns

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

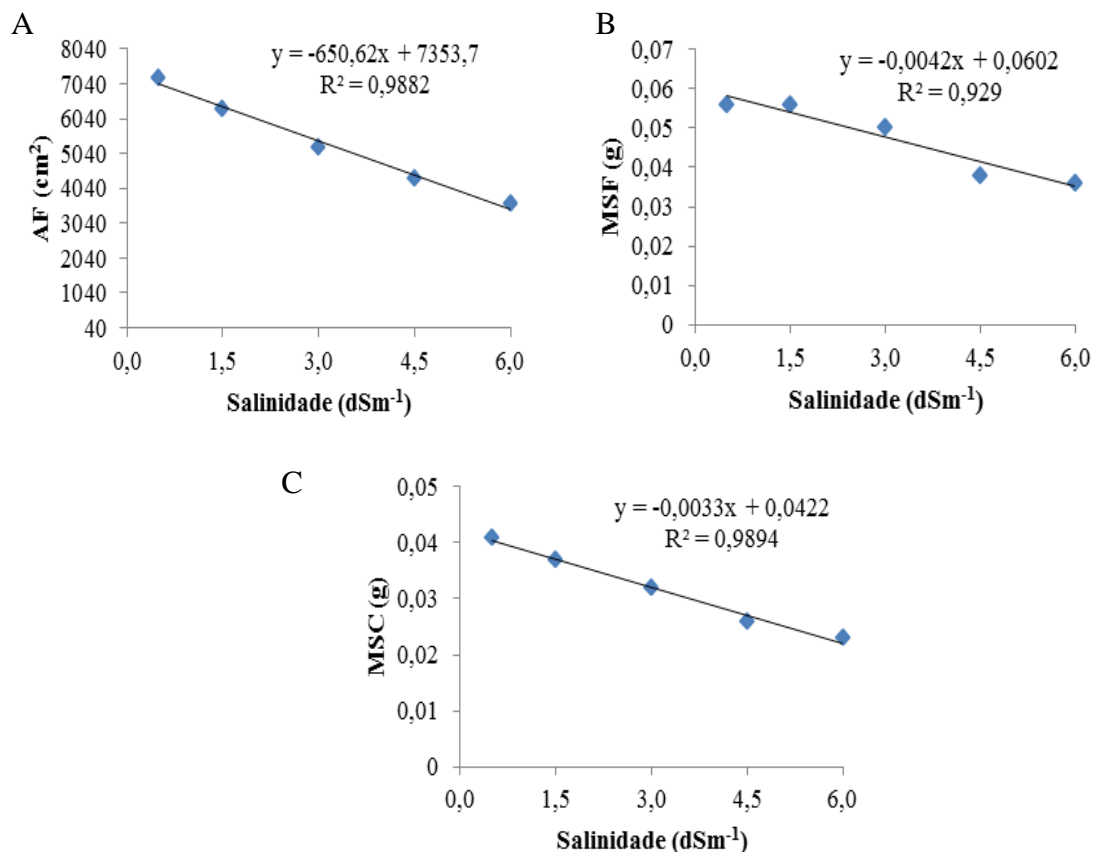
Para as três variáveis de crescimento estudadas, o modelo linear de regressão foi o melhor que se ajustou (Figura 13).

Para a área foliar das plantas de meloeiro, o efeito dos níveis de salinidade foi ajustado em um modelo linear decrescente, com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,98. A partir da equação obtida, observa-se que a área foliar teve maiores perdas quando submetidas a maior salinidade. Comparando-se os valores do tratamento controle (0,5 dSm<sup>-1</sup>) e o maior nível de sal aplicado (6,0 dSm<sup>-1</sup>), obteve-se médias de 7028,4 cm<sup>2</sup> e 3449,9 cm<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 13A), o que representa um decréscimo relativo de 49,1%.

A massa seca das folhas também decresceu linearmente à medida que se aumentou a salinidade da água de irrigação, verificando-se uma redução de 39,8% no maior nível de salinidade (6,0 dSm<sup>-1</sup>) em relação ao controle (Figura 13B).



Figura 13 - Área foliar (AF) (A), matéria seca das folhas (MSF) (B) e dos caules + ramos (MSC) (C) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>), sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



Segundo Tester; Davenport (2003), a menor área foliar das plantas do meloeiro, para os teores de salinidade mais elevados, reflete o efeito do potencial osmótico da solução do solo, inibindo a absorção de água pela planta, sendo que o decréscimo da área foliar está, possivelmente, relacionado com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino e à diminuição da superfície transpirante.

ALVES *et al.* (2011) afirmam que o efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem seu potencial osmótico e hídrico e, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade de água e nutrientes às plantas. A magnitude dos danos depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de água transpirado (SOUSA *et al.*, 2011).

A redução da área foliar é um bom indicador do grau de estresse nas plantas, visto que o crescimento foliar tem implicações sobre a capacidade produtiva das

plantas. Por um lado, ela representa uma redução da área disponível para o processo de assimilação de carbono (TAIZ; ZEIGER, 2009), por outro, reduz a perda de água por transpiração, devido às folhas serem os principais órgãos responsáveis pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Aragão *et al.* (2009), trabalhando com as cultivares de melão AF682, Gaúcho e Sancho, observaram que a biomassa das plantas foi reduzida quando se aumentou a salinidade do solo, sendo que a cultivar AF682 é a mais sensível ao efeito salino e que a cultivar Sancho teve um decréscimo de aproximadamente 30% da área foliar quando se cultivou na salinidade do solo de 6,10 dSm<sup>-1</sup>.

Por sua vez, Freitas *et al.* (2014) observaram que aos 64 DAT as plantas de melão apresentaram uma maior diminuição da área foliar devido a declividade das curvas serem maiores nesta época, sendo que para cada aumento unitária da salinidade (CEa) foi encontrado o decréscimo de 2562 cm<sup>2</sup> de AF.

Segundo Taiz; Zeiger (2009), a salinidade elevada reduz a taxa de assimilação metabólica pelas plantas e a atividade de enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese, restringindo, assim, a obtenção de energia para o crescimento das células e dos tecidos, reduzindo conseqüentemente, o alongamento do eixo embrionário e a produção de massa seca.

Oliveira *et al.* (2012), observaram na cultura do algodoeiro redução significativa da massa seca das folhas com o aumento da salinidade da água de irrigação, de 1,18g planta<sup>-1</sup> por aumento unitário da salinidade e uma redução total de 54,8% quando irrigadas com condutividade elétrica de 6,5 dS m<sup>-1</sup>.

A massa seca do caule (MSC) também foi reduzida linearmente em função do aumento da salinidade, constatando-se um decréscimo de 44,8% no último nível estudado em comparação às plantas irrigadas com água de salinidade controle (Figura 13C).

Medeiros *et al.* (2012a) observaram que a massa seca do caule do meloeiro foi reduzido linearmente em função do aumento da salinidade, correspondendo a cerca de 4,4% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação, constatando-se redução total de 17,9% na salinidade de 3,9 dSm<sup>-1</sup>, em comparação com as plantas irrigadas com água de salinidade de 0,54 dSm<sup>-1</sup>.

Como já observado anteriormente, as curvas de regressão para as variáveis de crescimento apontam que as mesmas sofreram reduções lineares à medida que as plantas foram submetidas a concentrações crescentes de salinidade (NaCl). Contudo, os teores dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  apresentaram regressão do tipo quadrático, em que os íons tendem a se acumular com o aumento da salinidade até um determinado nível de salinidade ( $4,5 \text{ dSm}^{-1}$ ) e os valores tendem a diminuir ou se estabilizarem, sugerindo que existe um limite de capacidade de acúmulo nas folhas, após o qual os efeitos negativos são acumulativos. Em adição à hipótese da existência de uma capacidade limite de armazenamento dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nas folhas, o maior acúmulo desses íons foi encontrado nos caules das plantas (Figuras 7, 8, 9 e 10). Provavelmente, houve um mecanismo de exclusão desses íons das folhas, resultando em maior acúmulo nos caules + ramos. Segundo Surayda *et al.* (1992), o mecanismo de redução do sódio na parte aérea pode ser a restrição do carregamento desse elemento dos vasos xilemáticos radiculares ou a retranslocação dele da parte aérea para as raízes.

#### **4.4 Trocas gasosas do meloeiro**

Com relação às trocas gasosas aos 38 dias após o plantio (DAP), apenas a condutância estomática ( $g_s$ ) foi afetada pelos diferentes níveis de salinidade (Tabela 7). Neste período, os tratamentos de  $\text{CO}_2$  não haviam começado e os tratamentos salinos só estavam com 10 dias de aplicação.

O fechamento parcial dos estômatos reduziu a condutância estomática nas plantas irrigadas com os maiores níveis de sais. Esse processo faz com que a planta procure evitar a perda d'água. Contudo, a transpiração e a fotossíntese líquida não foram afetadas (Tabela 7), possivelmente pelo fato do tempo de exposição dos sais ter sido curto. Corroborando com essa suposição, não foram observados efeitos visuais de toxidez nas folhas, indicando que nesse período a área fotossintética da folha não havia ainda sido prejudicada.

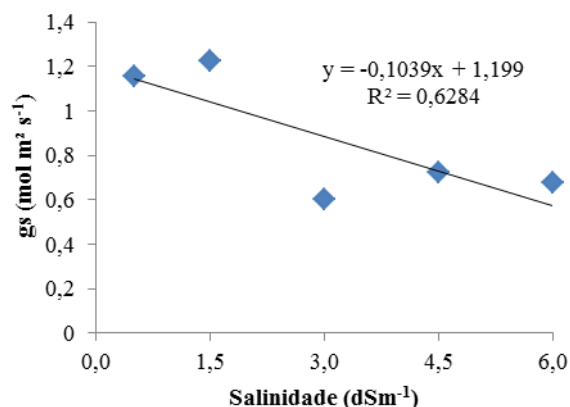
Tabela 7 – Análise de variância para as variáveis de trocas gasosas: transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e fotossíntese ( $A$ ) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) aos 38 DAP. Pacajus – CE

FV	GL	Quadrados médios		
		$E$	$g_s$	$A$
		mmol.m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>	mol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>	μmol.m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>
Salinidade (S)	4	0,14683	0,33867	0,78781
Resíduo	15	1,405	0,03184	0,41672
CV (%)		21,71	20,35	3,23
Regressão polinomial para salinidade				
Linear	1	0,40133 ns	0,85069 **	1,37517 ns
Quadrática	1	0,12890 ns	0,07726 ns	0,06289 ns
Cúbica	1	0,01419 ns	0,11025 ns	1,70155 ns
4º grau	1	0,04292 ns	0,31647 **	0,01161 ns

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

A condutância estomática sofreu decréscimo com o aumento da salinidade (Figura 14). A  $g_s$  teve uma redução significativa de aproximadamente 50%, comparando o maior nível de salinidade (6,0 dSm<sup>-1</sup>) e o menor (0,5 dSm<sup>-1</sup>), com valores de 1,14 mol.m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e 0,57 mol.m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> respectivamente.

Figura 14 – Condutância estomática ( $g_s$ ) de folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) aos 38 DAP. Pacajus – CE



Peyrano *et al.* (1997) ressaltaram que o fechamento parcial dos estômatos pode ser decorrente da redução da condutividade hidráulica do sistema radicular, em função do aumento da suberização e lignificação dos tecidos vasculares das raízes de plantas sob estresse salino.

Diferentemente da primeira mensuração, foram observados efeitos significativos para as trocas gasosas em função da salinidade, quando a medição foi realizada aos 46 dias após o plantio (Tabela 8).

Tabela 8 – Análise de variância para as variáveis de trocas gasosas: transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e fotossíntese ( $A$ ) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS  $m^{-1}$ ) e sob aplicação de  $CO_2$  aos 46 DAP. Pacajus – CE

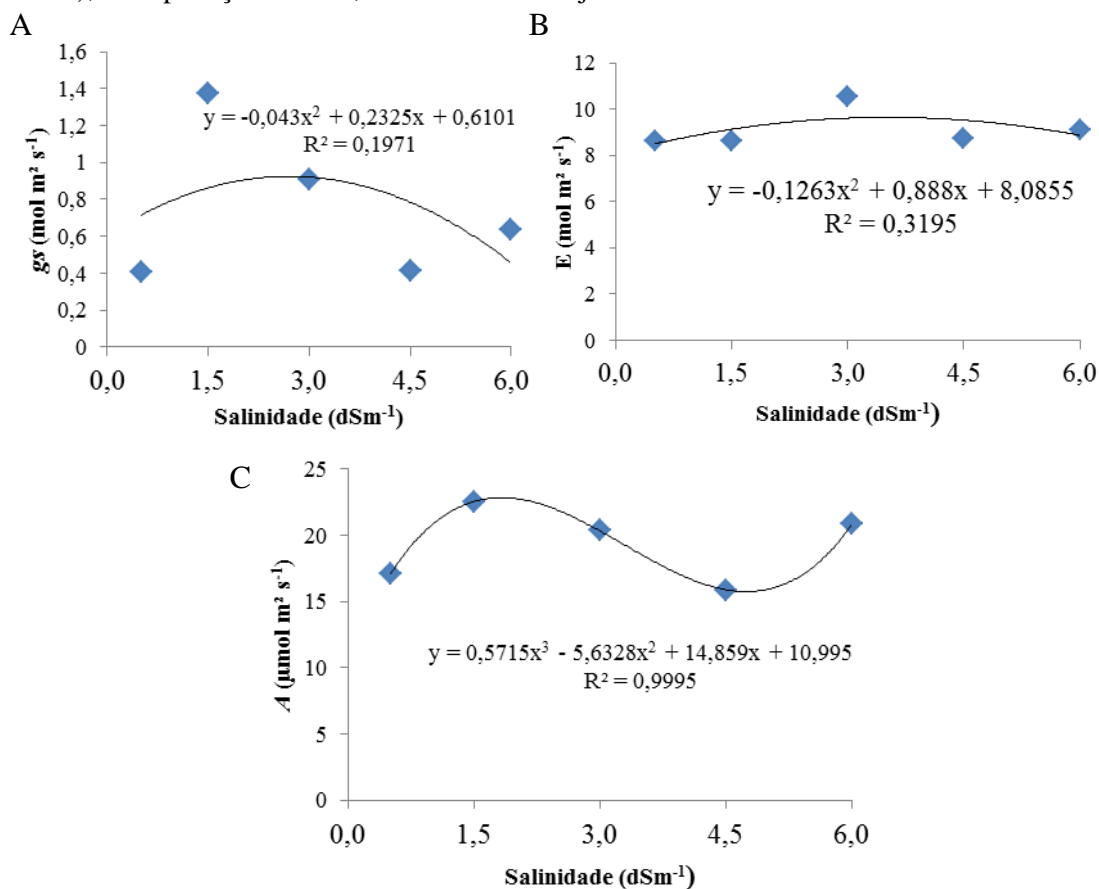
FV	GL	Quadrados médios		
		$E$	$g_s$	$A$
		mmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>1</sup>	mol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>	μmol.m <sup>2</sup> .s <sup>1</sup>
Salinidade (S)	4	5,365	1,325	60,86076
$CO_2$ (C)	1	0,56525 ns	0,24728 *	0,01871 ns
SxC	4	0,81848 ns	0,10255 ns	2,31128 ns
Resíduo	30	1,13188	0,03846	5,75276
CV (%)		11,66	26,23	12,41
Regressão polinomial para a salinidade				
Linear	1	0,954 ns	0,19454 *	0,48361 ns
Quadrática	1	5,233*	1,33220 **	5,84686 ns
Cúbica	1	0,115 ns	3,72600 **	231,40405**
4º grau	1	15,15539**	0,04727 ns	5,70852 ns

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Aqui, os tratamentos salinos estavam sendo aplicados a 18 dias e com relação ao fator  $CO_2$ , dois tratamentos estavam sendo aplicados: SC (sem aplicação de  $CO_2$ ) e C1 (uma aplicação no início da frutificação). Os tratamentos com (C1) e sem aplicação de  $CO_2$  (SC) apresentaram diferença significativa apenas para a variável condutância estomática ( $g_s$ ), não existindo interação entre os fatores para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 8).

Para as variáveis condutância estomática ( $g_s$ ) e transpiração ( $E$ ) os dados se ajustaram a um modelo polinomial quadrático, enquanto para a taxa fotossintética líquida ( $A$ ) o modelo foi cúbico (Figura 15), embora sem muita significância biológica. Os coeficientes de determinação ajustados pelas curvas foram bem abaixo do esperado para a condutância estomática (0,19) e transpiração (0,32), mostrando que pouco dos dados foi explicado pelas regressões quadráticas em relação aos níveis salinos.

Figura 15 - Condutância estomática ( $g_s$ ) de folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0  $\text{dS m}^{-1}$ ), sob aplicação de  $\text{CO}_2$ , aos 46 DAP. Pacajus – CE



O valor de condutância estomática do tratamento salino de  $1,5 \text{ dSm}^{-1}$  foi muito elevado em relação aos demais, reduzindo consideravelmente a eficiência da curva quadrática (Figura 15A). Por outro lado, na análise dos valores da  $E$  observa-se não haver tanta diferença entre os tratamentos, mesmo havendo significância para a regressão polinomial quadrática (Figura 15B).

Ainda em relação a variável  $g_s$ , o maior valor apresentado na curva da regressão foi de  $0,92 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  na salinidade  $3,0 \text{ dSm}^{-1}$  e o menor de  $0,45 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  no tratamento  $6,0 \text{ dSm}^{-1}$ . Para a transpiração, o maior valor foi observado no tratamento de  $3,0 \text{ dSm}^{-1}$  ( $9,61 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e o menor, de  $8,49 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , na salinidade controle.

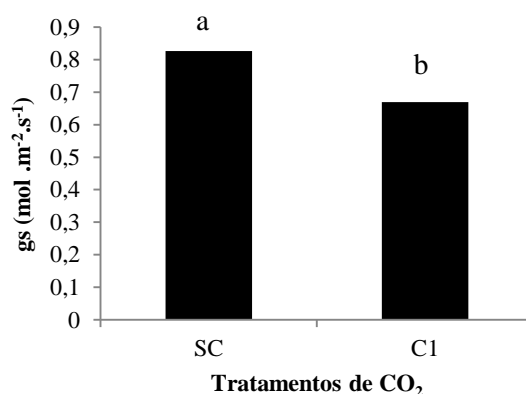
Costa *et al.* (2014), trabalhando com a mesma espécie de meloeiro, observaram que a transpiração apresentou menores valores nos maiores níveis de

salinidade, provavelmente em função da redução do potencial hídrico do solo, resultando em um maior acúmulo de sais e um fechamento parcial dos estômatos.

Com relação à taxa fotossintética, houve uma variação dos dados para os diferentes níveis de salinidade, em que o maior valor foi verificado no tratamento 1,5 dSm<sup>-1</sup> (22,53 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e o menor na salinidade 4,5 dSm<sup>-1</sup> (15,87 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (Figura 15C).

Analisando o efeito da aplicação de CO<sub>2</sub>, observa-se que houve diferença estatística para a variável condutância estomática, com as plantas submetidas à aplicação de CO<sub>2</sub> apresentando redução de 19% na condutância estomática em relação ao tratamento controle (Figura 16).

Figura 16 – Condutância estomática ( $g_s$ ) de folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, com e sem aplicação de CO<sub>2</sub>, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) aos 46 DAP. Pacajus – CE



Os resultados de trocas gasosas vão de encontro ao divulgado por Larcher (2006), que relatou que com o fornecimento artificial de CO<sub>2</sub> na atmosfera, as plantas C3, que é o caso do meloeiro, são capazes de fixar duas ou três vezes mais CO<sub>2</sub> que em uma condição atmosférica natural. Entretanto, nessa idade das plantas, a aplicação de CO<sub>2</sub> tinha ocorrido apenas uma única vez, o que muito provavelmente não permitiu elevação do nível interno de CO<sub>2</sub> nas plantas de meloeiro.

Dessa forma a absorção de CO<sub>2</sub> se dá nos estômatos da planta por difusão. Os fatores ambientais e nutricionais que influenciam a abertura e fechamento dos estômatos, conseqüentemente influenciam na quantidade absorvida de CO<sub>2</sub>, além da sua concentração na atmosfera (GRABOWSKI, 2010).

Para a análise de variância dos dados de trocas gasosas aos 61 dias após o plantio do meloeiro, observa-se que houve diferença significativa para os tratamentos salinos para todas as variáveis estudadas (fotossíntese, condutância estomática e transpiração), mas não para os tratamentos de CO<sub>2</sub> (Tabela 9).

Houve ainda interação entre os fatores salinidade e CO<sub>2</sub> para transpiração e condutância estomática (Tabela 9). Na data das leituras, as plantas estavam recebendo sal à 33 dias e três aplicações de CO<sub>2</sub> foram feitas no tratamento C1.

Tabela 9 – Análise de variância para as variáveis de trocas gasosas: transpiração (*E*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e fotossíntese (*A*) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub> aos 61 DAP. Pacajus – CE

FV	GL	Quadrados médios		
		<i>E</i> mmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>	<i>g<sub>s</sub></i> mol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>	<i>A</i> μmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>
Salinidade (S)	4	8,352	0,09937	89,94721
CO <sub>2</sub> (C)	1	0,01369 ns	0,00182 ns	1,41752 ns
SxC	4	1,59204 *	0,01327 *	2,46065 ns
Resíduo	30	0,471	0,00361	3,29526
CV (%)		17,22	28,34	14,42
Regressão polinomial para a salinidade				
Linear	1	27,89522 **	0,17578 **	241,04360 **
Quadrática	1	2,04120 *	0,06900 **	61,19068 **
Cúbica	1	0,24145 ns	0,14663 **	56,91938 **
4º grau	1	3,22924 *	0,00608 ns	0,63518 ns

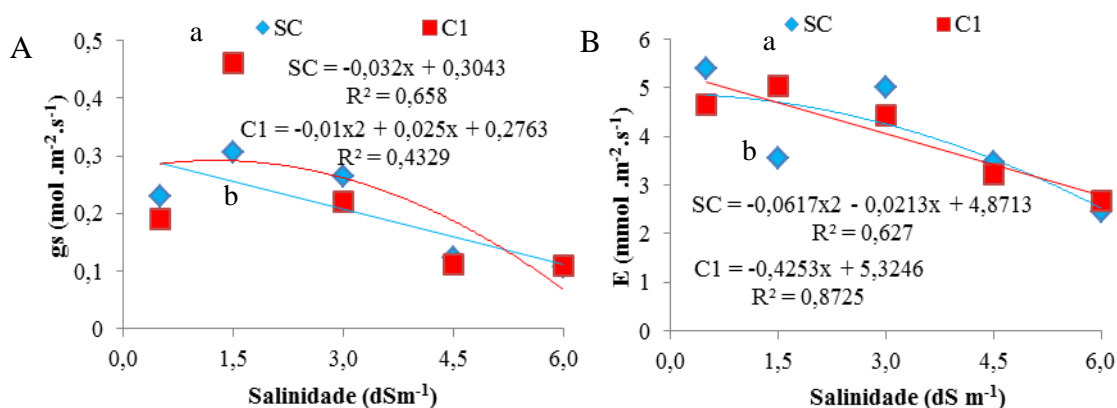
\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Tanto para a *g<sub>s</sub>* quanto para a *E* o efeito do CO<sub>2</sub> foi observado apenas no nível de salinidade de 1,5 dSm<sup>-1</sup> (Figura 17).

Para variável condutância estomática, os valores encontrados na salinidade 1,5 dSm<sup>-1</sup> nos tratamentos SC e C1 foram de 0,25 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e 0,29 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 17 A). Enquanto para a transpiração os valores para SC e C1 foram de 4,70 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e 4,68 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 17 B).



Figura 17 – Condutância estomática ( $g_s$ ) e transpiração ( $E$ ) de folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, sob aplicação de  $\text{CO}_2$  e irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0  $\text{dS m}^{-1}$ ), aos 61 DAP. Pacajus – CE



Segundo Taiz; Zeiger (2009), em condições de estresse, o movimento estomático constitui-se num importante meio de defesa vegetal contra perdas excessivas de água e eventual morte por dessecação, além disso, as células-guarda são sensíveis aos níveis de  $\text{CO}_2$ .

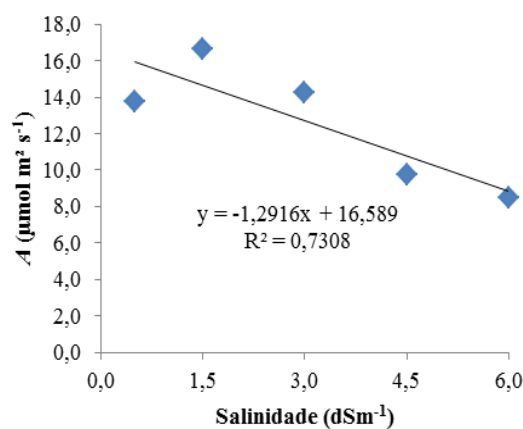
Souza (2012) trabalhando com plântulas de cajueiro sob condições de salinidade e elevado  $\text{CO}_2$ , observou que a condutância estomática ( $g_s$ ) e a transpiração ( $E$ ) foram reduzidas em cerca de 50% em resposta ao tratamento salino, enquanto o alto  $\text{CO}_2$  não afetou essas variáveis tanto na ausência quanto na presença do sal.

Saliente-se que a fotossíntese e a transpiração estão intimamente relacionadas entre si através dos estômatos, os quais, ao mesmo tempo em que oferecem resistência à difusão da água da folha para a atmosfera, constituem-se de uma barreira para a aquisição de  $\text{CO}_2$ . As reduções na condutância estomática com o intuito de diminuir a perda de água também reduzem as taxas fotossintéticas (BATISTA, 2011).

A fotossíntese líquida foi afetada pelo aumento da salinidade, principalmente nos níveis mais elevados, apresentando decréscimo à medida que os níveis de salinidade aumentavam (Figura 18).

Dessa forma, as plantas irrigadas com água de maior nível de salinidade 6,0  $\text{dS m}^{-1}$  obtiveram menores valores ( $8,83 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), enquanto nas irrigadas com água de baixa salinidade (controle), a taxa fotossintética foi de  $15,94 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Figura 18– Fotossíntese (A) de folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>), sob aplicação de CO<sub>2</sub> aos 61 DAP. Pacajus – CE



Essa diminuição provavelmente ocorreu devido ao fechamento parcial dos estômatos, associados com a toxidez do NaCl e ao efeito osmótico na planta, uma vez que reduções nas taxas fotossintéticas pelo estresse salino podem estar relacionadas com os danos no aparelho fotossintético e/ou no sistema enzimático de fixação do CO<sub>2</sub>, causadas pela toxidez iônica sobre o metabolismo (KURBAN *et al.*, 1999).

Aos 68 dias após o plantio do meloeiro, foi possível observar efeito significativo dos níveis de salinidade para as três variáveis de trocas gasosas. Nos tratamentos de CO<sub>2</sub>, apenas a fotossíntese líquida apresentou diferença significativa, não havendo interação dos fatores salinidade e CO<sub>2</sub> (Tabela 10).

Essas mensurações foram realizadas com 40 dias após a aplicação dos sais, com quatro aplicações de CO<sub>2</sub> realizadas no tratamento C1 e uma no C2. Nas análises de regressão das variáveis trocas gasosas, os valores se ajustaram ao modelo polinomial quadrático para a  $g_s$  e para  $A$  (Figura 19).

Já para  $E$ , o modelo foi cúbico. De acordo com a curva de condutância estomática, existiu redução significativa de aproximadamente 42,86%, comparando a menor salinidade de 0,5 dSm<sup>-1</sup> de (0,14 mol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) com o maior nível de 6,0 dSm<sup>-1</sup> (0,06 mol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) (Figura 19A).

Lima *et al.* (2011), estudando a cultura do meloeiro em diferentes tipos de solos, observaram que a condutância estomática foi reduzida com o aumento da salinidade de água de irrigação.

Tabela 10 – Análise de variância para as variáveis de trocas gasosas: transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e fotossíntese ( $A$ ) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub> aos 68 DAP. Pacajus – CE

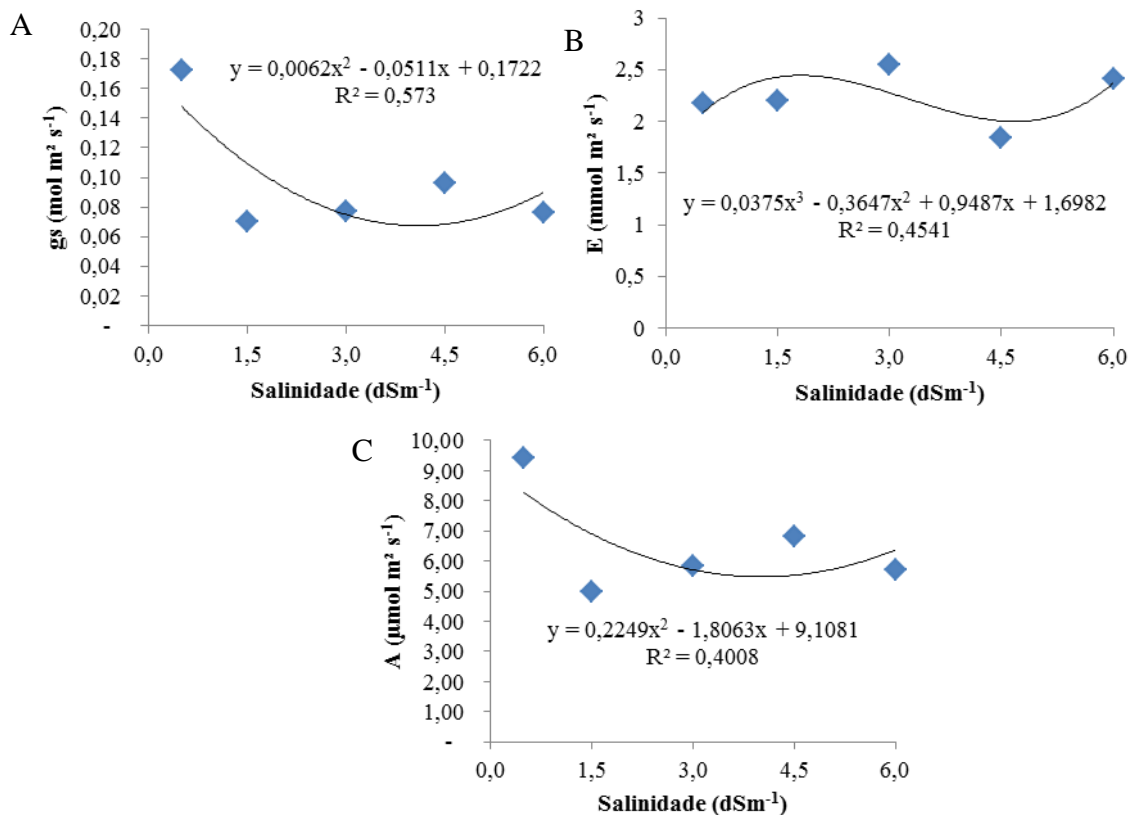
FV	GL	Quadrados médios		
		$E$	$g_s$	$A$
		mmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>	mol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>	μmol.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>
Salinidade (S)	4	0,878	0,02162	36,08406
CO <sub>2</sub> (C)	2	0,31619 ns	0,00163 ns	4,15946 *
SxC	8	0,05695 ns	0,00049 ns	1,35746 ns
Resíduo	45	0,175	0,00136	0,98842
CV (%)		18,76	37,58	15,17
Regressão polinomial para a salinidade				
Linear	1	0,01669 ns	0,033**	36,94635**
Quadrática	1	0,00093 ns	0,02701 **	39,75581 **
Cúbica	1	1,14954 *	0,02611 **	66,08994**
4º grau	1	2,34527 **	0,00035 ns	1,54414 ns

\*,\*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Como citada anteriormente, a transpiração apresentou comportamento polinomial cúbico. Pela curva de regressão, observa-se que o valor máximo encontrado foi de 2,42 mol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> para o nível de 1,5 dSm<sup>-1</sup> e o mínimo de 1,99 mol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> para a salinidade 4,5 dSm<sup>-1</sup> (Figura 19B).

Segundo Shimazaki *et al.* (2007), a perda de água pelas plantas é regulada pela atividade das células-guardas. Pimentel e Peres (2000), colocaram que o aumento na transpiração das plantas, no decorrer do dia, se deve, sobretudo, à inabilidade de alguns vegetais em absorver água suficiente para repor aquela consumida no processo transpiratório, e que essas variações desta natureza são reflexos da alta demanda evaporativa da atmosfera. Ressalte-se que, em condições naturais, à medida que a temperatura se eleva, a umidade relativa do ar diminui e as respostas dos diversos processos metabólicos das plantas refletem na interação entre estes fatores (MEDINA *et al.*, 1999).

Figura 19 - Condutância estomática ( $g_s$ ) (A), transpiração ( $E$ ) (B) e fotossíntese ( $A$ ) (C) de folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS  $m^{-1}$ ) e sob aplicação de  $CO_2$  aos 68 DAP. Pacajus – CE



Com relação a variável fotossíntese (Figura 19C), houve diminuição com o aumento da salinidade. A mesma apresentou valor máximo de  $8,26\ \mu mol.m^{-2}\ s^{-1}$  para salinidade controle e valor mínimo de  $5,53\ \mu mol.m^{-2}\ s^{-1}$  no tratamento  $4,5\ dS\ m^{-1}$ .

Schock (2012) e Batista (2011), afirmam que a condutância estomática representa uma variável chave para prever o uso da água e a fotossíntese líquida, sendo controlada pela turgidez das células guardas, que regulam a abertura ou fechamento dos estômatos, sendo a intensidade luminosa um dos principais fatores responsáveis por este processo.

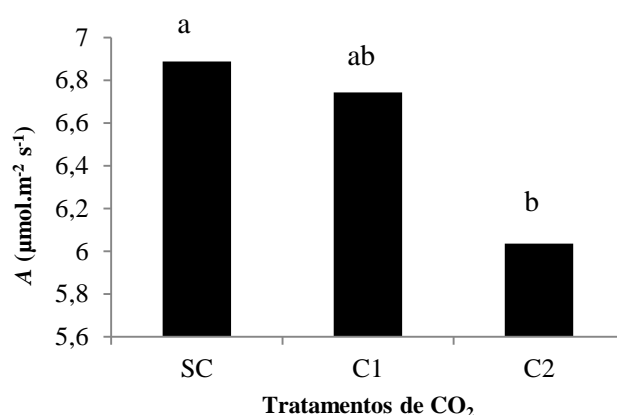
Quando se compara os tratamentos com  $CO_2$ , pode ser visto que houve diferença estatística apenas para a fotossíntese líquida dos tratamentos sem aplicação de  $CO_2$  (SC) e com uma aplicação de  $CO_2$  (C2) (Figura 20C).

Segundo Simms (2006) a assimilação de carbono em plantas  $C_3$  geralmente é estimulada em resposta a curtos períodos de exposição ao aumento de  $CO_2$  ambiental.

No entanto, a atividade fotossintética pode ser reduzida em resposta a períodos longos (dias ou semanas) de exposição ao elevado teor de CO<sub>2</sub> (DRAKE, 1997).

Souza (2012) trabalhando com plântulas de cajueiro, observou que a fotossíntese foi reduzida pelo o alto CO<sub>2</sub> e mais severamente pela salinidade e pela combinação desses fatores, o que pode caracterizar um efeito aditivo sobre a restrição fotossintética.

Figura 20 – Fotossíntese (A) de folhas de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, sob aplicação de CO<sub>2</sub> e irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>), aos 68 DAP. Pacajus – CE



#### 4.5 Carboidratos nas folhas e nos caules + ramos

Os teores de carboidratos solúveis da folha e dos caules + ramos diferiram significativamente para os níveis de salinidade, enquanto que para os tratamentos com CO<sub>2</sub> foi observada diferença significativa apenas para os carboidratos do caule + ramos. Não houve efeito significativo para os fatores de interação (Tabela 11).

Como observado na curva de regressão, os maiores teores de carboidratos nas folhas foram encontradas no tratamento controle (31,79 mg.g<sup>-1</sup>) e o menor nas plantas submetidas a uma salinidade de 4,5 dSm<sup>-1</sup> (23,5 mg.g<sup>-1</sup>), resultando em um decréscimo de 26,07% (Figura 21A). Assim, a salinidade afetou a fotossíntese das plantas (Figura 19C), resultando em um menor acúmulo dos carboidratos nos tecidos fotossintetizantes (Figura 21A).

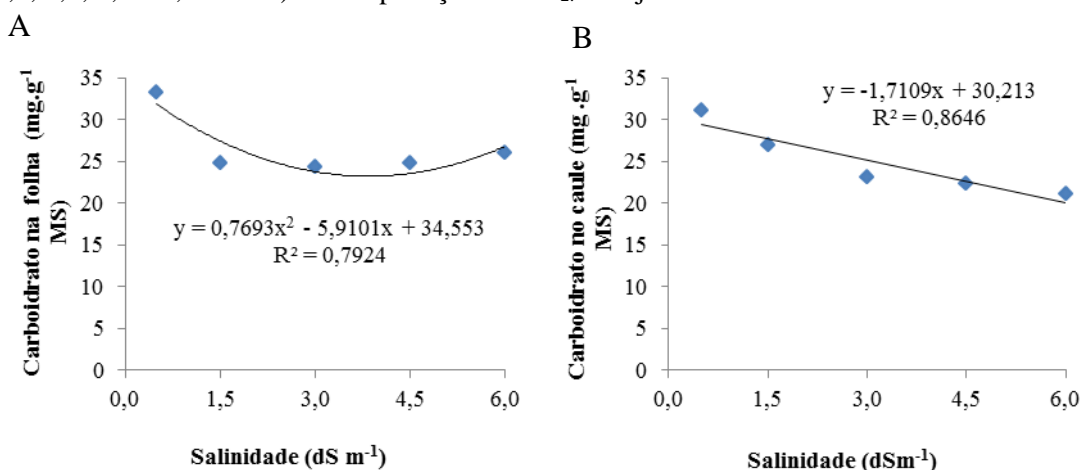
Tabela 11 – Análise de variância do Carboidrato na folha (BF) e Carboidrato no caule (CC) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE

FV	Quadrados médios		
	GL	CF (mg.g <sup>-1</sup> )	CC (mg.g <sup>-1</sup> )
Salinidade (S)	4	170,955	200,095
CO <sub>2</sub> (C)	2	56,184 ns	176,299 *
SxC	8	9,710 ns	84,171 ns
Resíduo	45	33,006	43,965
CV (%)		21,55	26,62
Regressão polinomial para a salinidade			
Linear	1	248,614**	722,374**
Quadrática	1	362,236**	71,846 ns
Cúbica	1	65,650 ns	0,476 ns
4º grau	1	7,321 ns	5,686 ns

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Os teores de carboidratos nas folhas e nos caules + ramos se ajustaram ao modelo polinomial quadrático e linear, respectivamente (Figura 21).

Figura 21 – Teores de carboidratos foliares (A) e nos caules + ramos (B) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



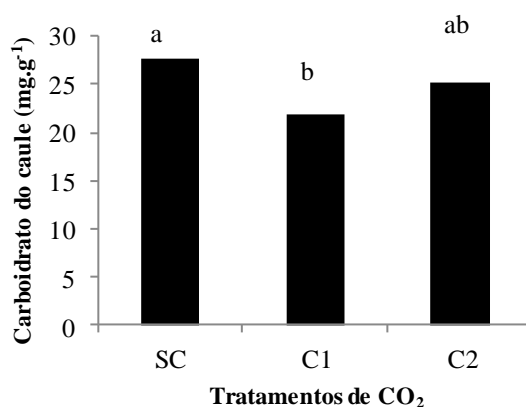
Com relação aos carboidratos nos caules + ramos, o modelo melhor ajustado foi o linear decrescente, com decréscimo dos carboidratos com o incremento da salinidade (Figura 21B).

Os valores variaram de 29,35 mg.g<sup>-1</sup> para o tratamento controle e 19,35 mg.g<sup>-1</sup> para a salinidade 6,0 dSm<sup>-1</sup>. Esses resultados reforçam a hipótese da interferência da salinidade da produção, afetando o acúmulo de carboidratos, como já observado nas folhas.

O aumento da salinidade em torno principalmente das raízes induz um efeito osmótico que reduz a taxa de expansão das folhas. Esses efeitos atuam na redução das concentrações de carboidratos (TURAN *et al.*, 2009) que desempenham diversas funções fisiológicas nas plantas, como o crescimento (TAIZ; ZAIGER, 2009) e como fonte de carbono e energia para processos metabólicos.

Observa-se os teores de carboidratos nos caules + ramos na Figura 22 abaixo.

Figura 22 – Teores de carboidratos nos caules + ramos de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, sob aplicação de CO<sub>2</sub> e irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>). Pacajus – CE



Verifica-se diferença estatística para os tratamentos de CO<sub>2</sub> para a variável carboidratos nos caules + ramos, com maior valor no tratamento sem aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação (27,68 mg.g<sup>-1</sup>), e menor no tratamento C1 (21,77 mg.g<sup>-1</sup>). (Figura 22) Esses resultados sugerem que o CO<sub>2</sub>, quando dissolvido em água de irrigação, apresentou influência negativa para essa variável.

Souza (2012) observou em plântulas de cajueiro que o elevado CO<sub>2</sub> induziu acúmulos superiores em 20% no teor de carboidratos solúveis totais, enquanto que o tratamento salino isolado o reduziu em 25%, entretanto, quando combinado a salinidade e o alto CO<sub>2</sub>, foi observado um acréscimo em 37%, logo o elevado CO<sub>2</sub> suprimiu o efeito isolado da salinidade que tendia a redução do teor de carboidratos solúveis.

Portanto, se observa que as plantas submetidas a aplicação de CO<sub>2</sub> sofreram estresse, ocorrendo decréscimo na produção de carboidratos, provavelmente em função da redução da fotossíntese das plantas pela elevação do CO<sub>2</sub>.

#### 4.6 Produtividade e análise física dos frutos

A produtividade média e o número de frutos foram afetados significativamente pelos tratamentos de salinidade. Não houve diferença significativa para os tratamentos com e sem aplicação de CO<sub>2</sub>. Da mesma forma, não houve interação entre os fatores salinidade e CO<sub>2</sub> (Tabela 12).

Tabela 12 – Análise de variância para produtividade (PROD) e número de frutos (NFRUTOS) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE

FV	Quadrados médios		
	GL	PROD (t ha <sup>-1</sup> )	NFRUTOS (frutos ha <sup>-1</sup> )
Salinidade (S)	4	339,362	93316666,666
CO <sub>2</sub> (C)	2	17,939 ns	1716666,666 ns
SxC	8	28,129 ns	10091666,666 ns
Resíduo	45	27,615	18727777,777
CV (%)		25,98	19,33
Regressão polinomial para a salinidade			
Linear	1	1159,507**	360533333,333**
Quadrática	1	17,502 ns	4666666,666 ns
Cúbica	1	142,990 *	1008333,333 ns
4º grau	1	37,451 ns	7058333,333 ns

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Discordando com o presente trabalho, D' Albuquerque Junior *et al.* (2007) estudaram o efeito da aplicação de CO<sub>2</sub> na água de irrigação em diferentes fases fenológicas da cultura do meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido e observaram que a aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação nos estágios de frutificação e florescimento proporcionou aumento na produtividade de 17% e 18% em relação ao tratamento testemunha, sem CO<sub>2</sub>.

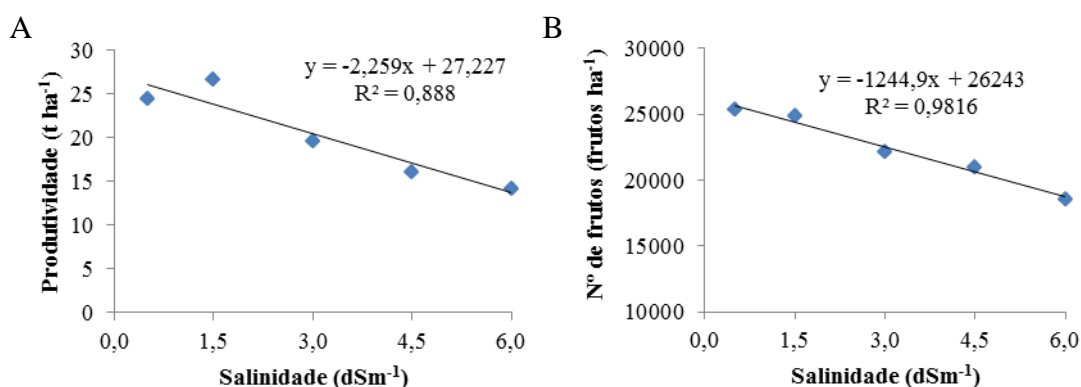
A produtividade e o número de frutos totais foram afetados negativamente pela salinidade, seguindo um modelo linear decrescente. Observa-se que uma menor



produtividade foi obtida no nível mais elevado de salinidade, com decréscimo de 47,6 % em relação às plantas controle, o que mostra decréscimo de 8,66% por elevação unitária da salinidade (Figura 23A). A quantidade máxima de frutos foi de 25.620 frutos  $\text{ha}^{-1}$  para o nível 0,5  $\text{dS m}^{-1}$  e a mínima de 18.773 frutos  $\text{ha}^{-1}$  no nível de 6,0  $\text{dS m}^{-1}$ , resultando em um decréscimo de 26,7% (Figura 23B).

A redução na produtividade do meloeiro tem tido um comportamento comum quando se utiliza água de irrigação com elevada concentração de NaCl. Estudos desenvolvidos com outras cultivares de melão têm evidenciado que a salinidade da água de irrigação acarreta reduções significativas na produção de frutos do meloeiro (MEDEIROS *et al.*, 2007).

Figura 23 - Produtividade (PROD) e número de frutos (NF) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0  $\text{dS m}^{-1}$ ) e sob aplicação de  $\text{CO}_2$ . Pacajus – CE



Mascarenhas *et al.* (2010), observaram na cultura do melão Gália uma redução na produtividade total de 13,5  $\text{t ha}^{-1}$ , com perda relativa de 29,6%, o que representa uma queda de 8,86% por elevação unitária de CE.

Silva *et al.* (2005), trabalhando com os híbridos de melão Gold Mine e Trusty constataram redução na produtividade média de frutos comercializáveis de 36%, utilizando água de irrigação de 4,4  $\text{dS m}^{-1}$  quando comparado com a água de 1,2  $\text{dS m}^{-1}$ . Já Porto Filho *et al.* (2006), verificaram redução linear na produtividade do meloeiro, em resposta ao aumento da salinidade da água de irrigação.

Silva (2010), estudando melancia cultivar Shadow, verificou que a produção total de frutos foi afetada significativamente pela salinidade da água de irrigação, havendo uma redução linear da produtividade à medida que a salinidade da água de

irrigação aumentava. A produtividade foi reduzida de 55,47 para 40,80 t ha<sup>-1</sup> para os níveis de salinidade 0,57 dS m<sup>-1</sup> e 4,91 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente.

Silva *et al.* (2014) observaram na cultura da abóbora maior e menor produtividade (16,81 t ha<sup>-1</sup> e 10,2 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente) para as salinidades 1,5 dS m<sup>-1</sup> e 4,5 dS m<sup>-1</sup>, resultando assim numa redução de 39,4%.

Kano *et al.* (2002) trabalhando com melão rendilhado com aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação observaram que o CO<sub>2</sub> proporcionou aumento na produção total de frutos, na produção comercial e no número de frutos comerciais.

De acordo com Ayers; Westcot (1999) como critério para escolha de uma cultura, quando se levam em conta problemas de salinidade, pode ser aceita uma diminuição no rendimento potencial de até 10%, isto é, a salinidade máxima aceitável é aquela que permite produzir rendimento relativo mínimo de 90%. Tomando por base as equações de produtividade feitas neste experimento, pode-se verificar que esse valor limite foi obtido a partir da CEa 1,66 dS m<sup>-1</sup>, em que ocorreram reduções acima de 10% no rendimento potencial da cultura do melão.

Redução no número de frutos em resposta ao estresse salino também já foram observados em outras culturas, como TERCEIRO NETO *et al.*, 2013, MEDEIROS *et al.*, (2012a) e MELO *et al.* (2011) em meloeiro, SANTANA *et al.*, 2010, em pepineiro, CORREIA *et al.* (2009) em amendoim, MARQUES *et al.* (2012) na cultura da berinjela, MEDEIROS *et al.* (2012b) em tomate e LEONARDO *et al.* (2008) em pimentão.

Após a colheita os frutos foram selecionados e classificados de acordo com sua aptidão comercial. Assim, as análises físicas ocorreram nos frutos com padrão comercial e em amostra representativa do total de frutos produzidos.

Os comprimentos e pesos dos frutos comerciais e total apresentaram efeito significativo para os tratamentos com salinidade. Não houve diferença significativa para os tratamentos com CO<sub>2</sub>, da mesma forma que não houve interação entre os fatores (Tabela 13).

O comprimento do fruto comercial diminuiu com o aumento dos níveis de salinidade, ocorrendo um decréscimo de 8,3% no nível mais alto de sal em relação ao tratamento controle (Figura 24).

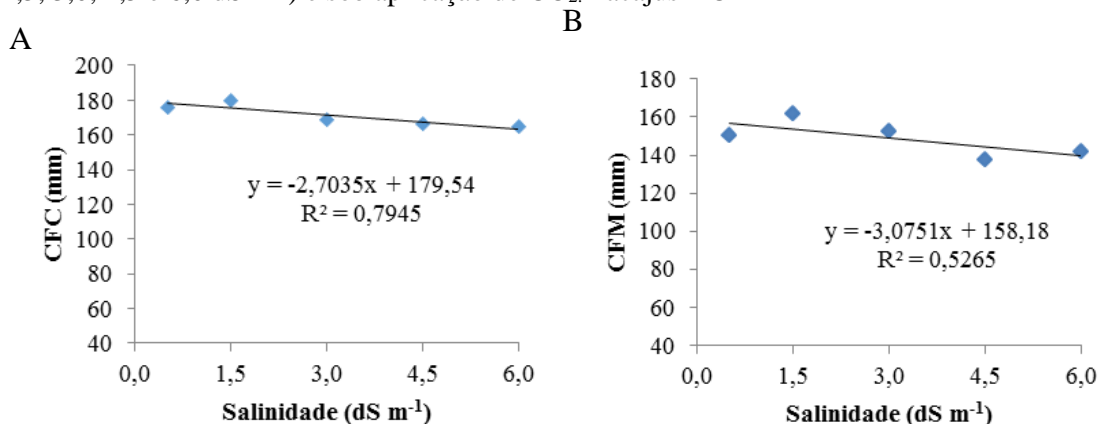
D'adria *et al.* (1990); Islam *et al.* (1996), observaram um aumento de peso de pepino e tomate com o enriquecimento do ambiente com CO<sub>2</sub>, evidenciando que o aumento das taxas fotossintéticas, devido o CO<sub>2</sub>, possibilitou um maior acúmulo de carboidratos nos frutos. Já D' Albuquerque Junior (2003), trabalhando com o melão rendilhado, observou que o comprimento do fruto apresentou diferença significativa com a aplicação do CO<sub>2</sub>. Porém, nestes casos as plantas as plantas não foram submetidas ao estresse salino.

Tabela 13 – Análise de variância para comprimento do fruto comercial (CFC), comprimento do fruto médio produzido (CFM), peso do fruto comercial (PFC) e peso do fruto médio produzido (PFM) de plantas de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE.

FV	GL	Quadrados médios			
		CFM (mm)	CFC (mm)	PFC (Kg)	PFM (Kg)
Salinidade (S)	4	543,655	1061,549	0,828	0,487
CO <sub>2</sub> (C)	2	56,967 ns	12,620 ns	0,217 ns	0,004 ns
SxC	8	121,089 ns	82,950 ns	0,175 ns	0,039 ns
Resíduo	45	209,121	107,772	0,108	0,029
CV (%)		8,45	6,98	21,48	15,81
Regressão polinomial para a salinidade					
Linear	1	1657,187**	2011,709**	2,542**	1,112**
Quadrática	1	4,607 ns	296,882 ns	0,050 ns	0,073 ns
Cúbica	1	333,100 ns	1920,080**	0,595*	0,758**
4º grau	1	179,727 ns	17,525 ns	0,125 ns	0,007 ns

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Figura 24 – Comprimento do fruto comercial (CFC) e do fruto médio (CFM) de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



Já em relação ao comprimento médio de todos os frutos, a equação de regressão linear mostrou uma redução em função da salinidade de 10,8%, do menor comprimento médio do fruto de 139,7 mm no nível de 6,0 dS m<sup>-1</sup> de salinidade ao tratamento controle, que foi de 156,6 mm (Figura 24B).

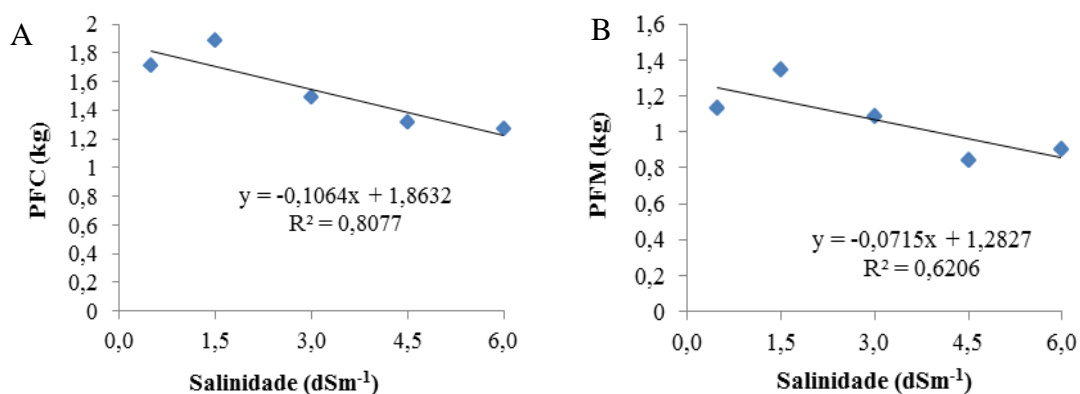
Oliveira *et al.* (2014), estudando a cultura da berinjela, observaram que o comprimento médio dos frutos foi de 125 mm para menor salinidade e 97 mm em maior salinidade, resultando em um decréscimo de aproximadamente 22,1%.

O peso dos frutos comerciais foram maiores nas plantas controle, tendo decréscimo linear em função do aumento da salinidade (Figura 25A). Dessa forma, é possível notar que houve um decréscimo de 32,6% no nível mais alto de sal em relação a salinidade controle.

O peso médio de todos os frutos apresentou o mesmo comportamento da variável anterior. Dessa forma, observa-se que do maior nível de salinidade para o menor houve um decréscimo de 31,45% (Figura 25B).

O peso médio dos frutos foi reduzido com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo estimada redução de 0,16 (comercial) e 0,25 (geral) kg por fruto, em resposta ao incremento de uma unidade na condutividade elétrica na água de irrigação.

Figura 25 – Peso do fruto comercial (PFC) e do fruto médio (PFM) de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



Dias *et al.* (2010), trabalhando com o melão rendilhado, observaram que o peso médio de frutos das plantas mantidas com solução de 5,5 dS m<sup>-1</sup> em relação ao tratamento testemunha, foi reduzido em 38,04%.

Estudos desenvolvidos com outras espécies como melancia tem evidenciado que a salinidade de água de irrigação acarreta reduções significativas no peso médio do fruto. Silva *et al.* (2010), também trabalhando com a cultura da melancia, observaram que a média do peso dos frutos comerciais diminuiu 26,65%, na maior salinidade (4,91 dSm<sup>-1</sup>) quando comparado com o controle.

Costa *et al.* (2013), observaram que o peso médio dos frutos de mamona foi reduzido com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação sendo estimada redução de 0,16 (comercial) e 0,25 (geral) kg por fruto, em resposta ao incremento de uma unidade na condutividade elétrica na água de irrigação.

Viana *et al.* (2012), trabalhando com a cultura do maracujazeiro-amarelo, observou que o aumento afetou o peso médio e a produtividade dos frutos.

É possível constatar que o aumento dos sais na água de irrigação causou um efeito negativo no comprimento dos frutos. Entretanto, o tamanho dos frutos foi menos afetado que a quantidade produzida, sendo essa última a principal variável responsável pela considerável redução na produtividade das plantas.

#### **4.7 Qualidade dos frutos**

Segundo a análise de variância apresentada na Tabela 14, os diferentes níveis de salinidade proporcionaram diferença significativa para todas as variáveis estudadas.

Já os tratamentos de CO<sub>2</sub> não apresentaram diferença significativa, havendo interação entre os fatores para variável °Brix. Para regressão, as variáveis DE, EP, AT e °Brix se ajustaram a um modelo linear para os dois primeiros, e quadrática para os dois últimos (Tabela 14).

Tabela 14 – Análise de variância para o diâmetro externo (DE), espessura da polpa (EP), Brix e ácido cítrico (AC) de frutos de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE

FV	GL	Quadrados médios			
		DE (mm)	EP (mm)	°Brix	AC (%)
Salinidade (S)	4	589,127	150,368	1,307	0,141
CO <sub>2</sub> (C)	2	95,334 ns	11,678 ns	0,146 ns	0,002 ns
SxC	8	141,674 ns	18,836 ns	2,943 **	0,011 ns
Resíduo	45	77,911	18,331	0,992	0,012
CV (%)		6,97	11,42	6,86	64,38
Regressão polinomial para a salinidade					
Linear	1	1764,560**	495,564**	0,126 ns	0,005 ns
Quadrática	1	14,094 ns	87,206*	1,084 ns	0,304**
Cúbica	1	521,958*	18,659 ns	3,780 ns	0,001ns
4º grau	1	55,898 ns	0,042 ns	0,236 ns	0,253**

\*, \*\*: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo.

Constatou-se efeito polinomial quadrático decrescente nos níveis de salinidade para a espessura da polpa dos frutos. O valor máximo e mínimo obtido com a função ajustada foram de 40,26 e 32,02 mm nos tratamentos de salinidade a 0,5 dS m<sup>-1</sup> e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 26A).

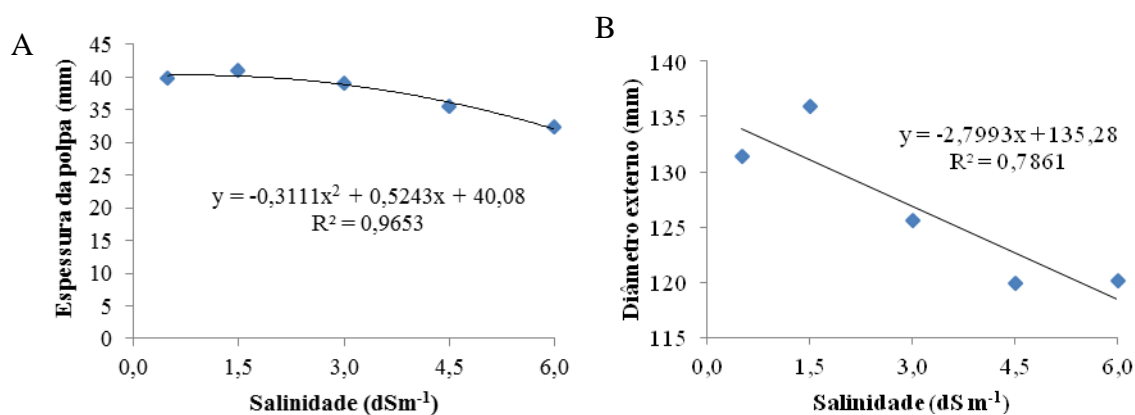
O diâmetro externo decresceu linearmente com o aumento da salinidade, em que seu valor máximo foi de 133,88 mm, alcançado com a salinidade de 0,5 dS m<sup>-1</sup> e 118,48 mm para maior salinidade (6,0 dS m<sup>-1</sup>) (Figura 26B). Observa-se que o diâmetro foi reduzido linearmente com o incremento da salinidade.

A variável °Brix não diminuiu com o aumento da salinidade e houve diferença significativa na interação salinidade e CO<sub>2</sub> apenas para a salinidade 1,5 dS m<sup>-1</sup>. Nesse nível de salinidade, houve efeito significativo para o tratamento de CO<sub>2</sub>, com valores de 15,09, 14,42 e 14,11°Brix para os tratamentos SC, C1 e C2, respectivamente (Figura 27A).

D' Albuquerque Junior *et al.* (2007) estudando a cultura do meloeiro rendilhando com apenas aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação, observou que o mesmo não alterou a qualidade dos frutos (Brix e pH), porém no estágio de frutificação se observou uma menor acidez.

Segundo Souza *et al.* (2014), o teor de sólidos solúveis é um dos padrões mais importantes na aceitação do produto pelo consumidor final. Quanto maior for o °Brix, maior será a aceitação do produto no mercado consumidor. Com base nesta constatação, os frutos de todos os tratamentos com salinidade apresentados no referido trabalho apresentaram valores médios de SST acima do exigido no mercado e no mundo. Segundo Pratt, Goesch e Martin (1977), citados por Santos Júnior (2002), os Estados Unidos exigem o mínimo de 10 °Brix para os melões do tipo amarelo.

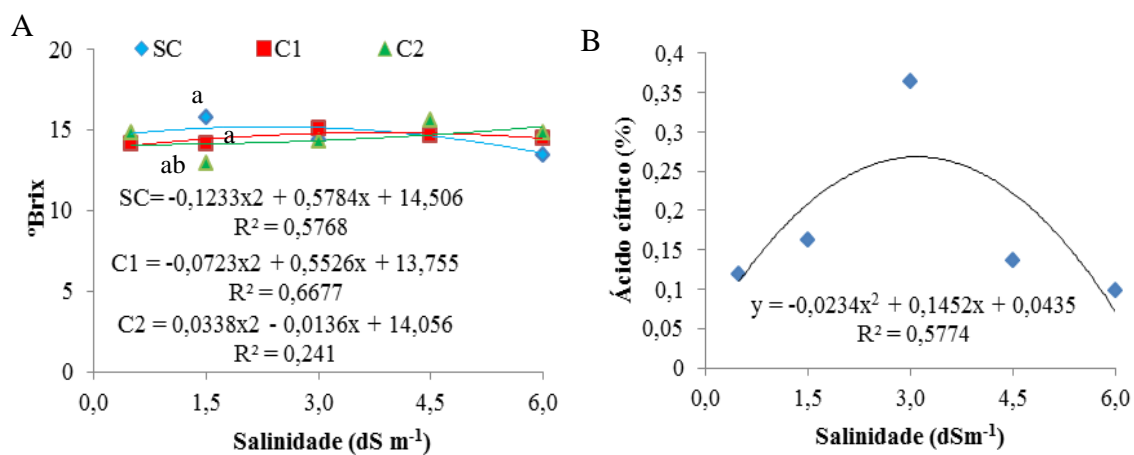
Figura 26 – Espessura da polpa e diâmetro externo de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE.



O aumento no teor de sólidos solúveis dos frutos durante o desenvolvimento ocorre devido a componentes químicos oriundos da fotossíntese realizada pela planta, que correspondem principalmente aos carboidratos que são carregados para os frutos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Resultados contrários do presente trabalho foram encontrados por Silva *et al.* (2012) na cultura do tomate cereja, em que os autores observaram que o maior teor de °Brix foi encontrado na concentração salina de 4,0 dSm<sup>-1</sup>. Mascarenhas *et al.* (2010), observando a produção e qualidade do melão Gália, viu que o teor de °Brix aumentou com o incremento unitário de salinidade.

Figura 27 – Teor de sólidos solúveis (Brix°) e de ácido cítrico de meloeiro amarelo híbrido Goldex, irrigadas com águas de diferentes concentrações salinas (CEa de 0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e sob aplicação de CO<sub>2</sub>. Pacajus – CE



O conteúdo de acidez titulável da polpa, representada pelo o teor de ácido cítrico, se ajustou a uma regressão quadrática (Figura 27B). Observa-se, de acordo com a curva da regressão, que o maior conteúdo de acidez para os frutos ocorreu na salinidade de 3,0 dSm<sup>-1</sup> (0,27 g do ácido cítrico), demonstrando assim o efeito direto da salinidade na variável.

Segundo Mendlinger; Pasternak (1992), os teores de ácido cítrico no melão variam de 0,051% a 0,35%, faixa de acidez na qual se encontram os dados do presente estudo. Diferentes dos resultados obtidos neste trabalho, Gurgel *et al.* (2010), estudando os cultivares Orange Flesh e Goldex submetidas a dois diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,8 e 3,02 dSm<sup>-1</sup>), concluíram que para algumas variáveis, dentre elas a acidez titulável, não houve efeito do tratamento salino comparado com o controle.



## 5 CONCLUSÕES

A irrigação com água salina proporcionou um acréscimo nos teores de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  nas diversas partes das plantas, sendo nos caules + ramos onde ocorreu maior acúmulo e o  $\text{Cl}^-$  o íon acumulado em maior quantidade.

A salinidade na água de irrigação afetou negativamente a produção com maior intensidade, quando comparado com as trocas gasosas e as variáveis de crescimento das plantas.

As trocas gasosas, em especial a condutância estomática, foram mais afetadas na fase da maturação dos frutos.

A redução no número de frutos com o aumento da salinidade foi a principal causa de redução da produtividade, que foi de  $2,259 \text{ t ha}^{-1}$ , para cada aumento de salinidade de  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ .

A aplicação de  $\text{CO}_2$  não alterou o desenvolvimento das plantas e nem a produção dos frutos, nem tampouco minimizou o efeito deletério dos sais nas plantas.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. 19. ed. Informa Economics FNP. 2014.

AIROLDI, R.P.S. **Análise do desempenho de gotejadores e da prevenção do entupimento em irrigação localizada com água residuária**. 2007. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

ALENCAR, R.D.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J.F.; HOLANDA, J.S.; PORTO, V.C.N.; FERREIRA NETO, M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 221-22, 2003.

ALVES, F.A.L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J.A.G.; PEREIRA, V.L.A. Efeito do  $\text{Ca}^{2+}$  externo no conteúdo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  em cajueiros expostos a salinidade. **Agrária**, v. 6, p. 602-608, 2011.

ARAGÃO, C.A.; SANTOS, J.S.; QUEIROZ, S.O.P.; FRANÇA, B. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 161-169, 2009.

ARAGÃO, F.A.S. **Divergência genética de acessos e interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro**. 2011. 137 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

AROUCHA, E.M.M.; NUNES, G.H. de S.; SOUSA, A.E.D. de. Qualidade e potencial pós-colheita de híbridos de melão. **Revista Ceres**, v. 56, n. 2, p. 181-185, 2009.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991, 218p. Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29.

BATISTA, T.M.V. **Fotossíntese e condutância estomática de tomate SM-16 e mariana cultivados com diferentes tipos de cobertura do solo**. 2011. 171 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

BASILE, G.; ARIENZO, M.; ZENA, A. Soil nutrient mobility response to irrigation with carbon dioxide enriched water. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 24, n. 11/12, p. 1183-1195, 1993.

BAKER, R. Trichoderma spp.: as plant-growth stimulants. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 7, n. 2, p. 97-106, 1988.

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

CARDOSO, S.S. **Doses de CO<sub>2</sub> e de potássio aplicadas através da irrigação no meloeiro rendilhado (*Cucumis melo* L.) cultivado em ambiente protegido.** 2002, 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

CARMO, G.A.; OLIVEIRA, F.R.A.; MEDEIROS, J.F.; CAMPOS, M.S.; FREITAS, D. C. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n. 5, p. 512-518, 2011.

CAMPELO, D.H.; SIZENANDO, C.I.T.; SOUZA, M.S.M.; SOUZA, R.O.; MEDEIROS, D.C.; NASCIMENTO, I. B. Alocação de massa seca em melão Gália (*Cucumis melo*) submetidos a diferentes níveis de salinidade. **In: I Inovagri international meeting e workshop internacional de inovações tecnológicas na irrigação**, 2012, Fortaleza/CE.

CORREIA, K.G.; CORREIA, K. G.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T.S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Revista ciência agrônômica**, v. 40, p. 514-521, 2009.

COSME, C.R.; DIAS, N. da S.; OLIVEIRA, A.M. de, OLIVEIRA, E.M.M.; NETO SOUZA, O.N. de. Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 499-504, 2011.

COSTA, N.D.; DIAS, R. de C.S.; FARIA, C.M.B. de; TAVARES, S.C.C. de; TERAQ, D. Cultivo do melão. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2000. 67 p., il. color. (Embrapa Semi-Árido. **Circular Técnica**, 59).

COSTA, P.M.F. **Efeitos da alta concentração de CO<sub>2</sub> sobre o crescimento e o estabelecimento de plântulas do jatobá de mata *Hymenaea courbaril* L. VAR. *stilbocarpa* (HEYNE) Lee e Langenheim (leguminosae, caesalpinioideae, *detarieae*).** 2004, 84 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

COSTA, N.D. **O cultivo do melão.** Edited by Foxit Reader Copyright (C) by Foxit Software Company, 2007 For Evaluation Only.

COSTA, A.R.F.C.; **Produção, crescimento e absorção de nutrientes pela melancia submetida a diferentes salinidades da água de irrigação e doses de nitrogênio.** 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

COSTA JÚNIOR, J.E.V. **Crescimento, acúmulo de massa seca e de solutos orgânicos em plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* pohl et baile) crescidas**

**em solução salina.** 2011. 32 f. Monografia (Graduação em Engenheiro Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2011.

COSTA, F.G.B.; FERNANDES, M.B.; BARRETO, H.B.F.; OLIVEIRA, A.F.M.; SANTOS, W.O. Crescimento da melancia e monitoramento da salinidade do solo com TDR sob irrigação com águas de diferentes salinidades. **Irriga**, v. 17, n. 3, p. 327-336, 2012.

COSTA, A. R. F. C.; MEDEIROS, J. F.; PORTO FILHO, F. Q.; SILVA, J. S.; COSTA, F. G. B.; FREITAS, D. C. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 947-954, 2013.

COSTA, M. E. da; MORAIS, F A de; SOUZA, W.C.M. de; GURGEL, M.T.; OLIVEIRA, F. H. T. de. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 34-43, 2013.

COSTA, L. de O. da; BEZERRA, M.A.; GONDIM, G.M.C.; ARAÚJO, L.F. Desenvolvimento de plantas de meloeiro submetidas ao estresse salino sob diferentes níveis de potássio, fósforo e nitrogênio. **In: II Inovagri International Meeting**, 2014, Fortaleza. INOVAGRI International Meeting, 2014.

CRISÓSTOMO, L.A.; SANTOS, A.A. dos; RAIJ, B.V.; FARIA, C.M.B. de; SILVA, D.J. da; FERNANDES, F.A.M.; SANTOS, F.J. de S.; CRISÓSTOMO, J.R.; FREITAS, J. de A.D. de; HOLANDA, J.S. de; CARDOSO, J.W.; COSTA, N.D. **adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no nordeste.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21p. (Circular Técnica, 14).

CRUZ, J. L.; PELACANI, C.R.; COELHO, E.F.; CALDAS, R.C.; ALMEIDA, A.Q.; QUEIROZ, J.R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro amarelo. **Revista Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 275-284, 2006.

D'ALBUQUERQUE JÚNIOR, B.S.; FRIZZONE, J.; DUARTE, S.N.; MINGOTI, R.; DIAS, N. da S.; SOUSA, V.F. de. Qualidade física e química de frutos de meloeiro rendilhado cultivado sob diferentes épocas de aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação. **Irriga**, v. 12, n. 3, p. 273-280, 2007

D'ALBUQUERQUE JÚNIOR, B.S. **Efeito da aplicação de CO<sub>2</sub> na água de irrigação diferentes fases fenológicas da cultura do melão (*Cucumis melo* L. Var. *Reticulatus*) cultivado em ambiente protegido.** 2003. 65 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

D ANDRIA, R.; NOVERO, R.; SMITH, D.H.; SHANAHAN, J.F.; MOORE, F.D. Drip irrigation of tomato using carbonated water and mulch in Colorado. **Acta Horticulturae**, n. 278, p. 179-185, 1990.

DELLA VECCHIA, P.T. **O Cultivo do melão no Brasil**. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. Disponível em: <<http://hortibrasil.org.br/classificacao/melao/melao.html>>. Acesso em: 14.fev. 2014.

DIAS, N.S.; LIRA, R.B.; BRITO, R.F.; SOUSA NETO, O.N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.755-761, 2010.

DIAS, N.S.; BLANCO, F.F. **Efeitos dos sais no solo e na planta. Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. 2010. 144 p.

DIAS, P.M.S.; MEDEIROS, D.C. de; MEDEIROS, J.F.; BARBOSA, M.A.G.; ALVES, S. S.V. Cultivo de melão pele de sapo híbrido medelin irrigado com águas de diferentes salinidades. **In: II Reunião para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas**, 2011, Cruz das Almas - BA. **II Reunião Sulamericana para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas**, 2011.

DRAKE, B.G.; AZCON-BIETO, J., BERRY, J.; BUNCE, J.; DIJKSTRA, P. Does elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration inhibit mitochondrial respiration in green plants, **Plant, cell e environment**, v. 22, p. 649-57, 1997.

DUBOIS, K.A.; GILLES, J.K. HAMILTON, P.A. REBERS, F.S. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 03, p. 350-356, 1956.

DURÃO, P.L.; GALVÃO, A.C. Gás Carbônico em irrigação: tecnologia de ponta para aumentar a produtividade e qualidade dos frutos agrícola. **Ciência Hoje**, v. 19, n. 110, p.12-15,1995.

DUTRA, A.T.B.; **Distribuição de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> em partes jovens de feijão caupi em respostas a níveis de NaCl e de temperatura**. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FAO. **Databaseresults**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/servlet>>. Acesso em: 16.ago. 2012.

FAGERIA, N.K. GHEYI, H.R.; MOREIRA, A. Nutrient bioavailability in salt affected soils. **Journal of Plant Nutrition**, v.34, n.1, p.1-18, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2. ed. São Paulo, Editora Ceres. 1981. v.1, 338p.

FREITAS, L.D.A.; FIGUEREDO, V.B.; PORTO FILHO, F.Q.; COSTA, J.C.; CUNHA, E.M. Crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 20-26, 2014.

FRIZZONE, J.A.; CARDOSO, S. da S.; REZENDE, R. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em ambiente protegido com aplicação de dióxido de carbono e de potássio via água de irrigação. **Acta Sci. Agron.**, v. 27, n. 4, p. 707-717, 2005.

FURLAN, R.A.; REZENDE, F. C.; ALVES, D.R.B.; FOLEGATTI, M.V. Lâmina de irrigação e aplicação de CO<sub>2</sub> na produção de pimentão CV Mayata, em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 547-550, 2002.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Brasília, 2006.

GAINES, T.P.; PARKER, M.B.; GASCHO, G.J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 3, p. 371-374, 1984.

GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J.B.; NUNES, G.H.S.; COSTA, F.B.; SOUZA, P.A. Qualidade pós colheita do melão tipo Cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 223-227, 2001.

GONDIM, T.M.S.; CAVALCANTE, L.F.; BELTRAO, N.E.M. Aquecimento global: salinidade e consequências no comportamento vegetal. **Revista Brasileira de Oleaginosas Fibrosas**, v. 14, p. 37-54, 2010.

GRABOWSKI, M.M.S. **Desempenho produtivo do tomate cultivado em ambiente protegido irrigado com água enriquecida com CO<sub>2</sub>**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2010

GUMA, I.R.; PADRON-MEDEROS, M.A.; SANTOS-GUERRA, A.; REYES-BETANCORT, J.A. Effect of temperature and salinity on germination of *Salsola vermiculata* L. (Chenopodiaceae) from Canary Islands. **J. Arid Environ.**, v. 74, p. 708-711, 2010.

GURGEL, M.T.; UYEDA, C.A.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T. de; FERNANDES, P.D.; SILVA, F.V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1-10, 2010.

GURGEL, M.T.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T. de. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. **Revista ciência agrônômica**, v. 41, p. 18-28, 2010.

IDSO, K.E.; IDSO, S.B. Plant responses to atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment in the face of environmental constraints: a review of the past 10 years' research. **Agriculture for Meteorology**, v. 69, p. 153–203, 1994.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE**. Disponível em: < www.ibge.gov.br >. Acesso em: fev 02.2014.

ISLAM, M.; MATSUI, T.; YOSHIDA, Y. Effect of carbon dioxide enrichment on physicochemical and enzymatic changes in tomato fruits at various stages of maturity **Scientia Horticulturae**, v. 65, n 2/3, p. 137-149, 1996.

JESCHKE, W. D.; WORLF, O.; HARTUMG, W. Effect of NaCl salinity on flows and partitioning of C, N, and mineral ions in whole plants of white lupin, *Lupinus albus*. **L. J. Exp. Bot.**, v. 43, p. 777-788, 1992.

KANO, C. **Extrações de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido com a adição de potássio e CO<sub>2</sub> na água de irrigação**. 2002. 102 f. (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

KANO, C.; CARDOSO, S. da S.; CARMELHO, Q.A. de C.; FRIZZONE, J.A. **Doses de potássio e utilização de água carbonatada na produção de melão rendilhado**. 2005. 5p.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133p.

KURBAN, H.; SANEOKA, H.; NEHIRA, K.; ADILLA, R.; PREMACHANDRA, G. S.; FUJITA, K. Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb.). **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 45, p. 851-862, 1999.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M.A; RUIZ, H.A. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 289-295, 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.

LACERDA, F.H.D.; PEREIRA, F.H.F.; NEVES, D. da S.; BORGES, F.Q.C.; CAMPOS JUNIOR, J.E. Aplicação exógena de prolina na redução do estresse salino em meloeiro. **Revista Verde**, v. 7, p. 218, 2012.

LEMON, E.R (Ed) CO<sub>2</sub> and plants. Westview Boulder: Press, 1993. 280p. (AAAS. **Selected Symposium**, 84).

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILLAS-BÔAS, R.L.; MARCHESE, J.A.; TONIN, F.B.; REGINA, M. Estado nutricional e componentes da produção de plantas de pimentão conduzidas em sistema de fertirrigação durante indução de estresse salino em cultivo protegido. **Revista Bragantia**, v. 67, p. 883-889, 2008.

LIMA, M.A.C. **Sistema de produção de melão**. Sistema de produção, ISSN versão eletrônica, Embrapa Semiárido, 2010.

LIMA, B.L.C.; NASCIMENTO, I.B.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, S.S.V.; DOMBROSKI, J.L.D. Condutância estomática e área foliar do meloeiro cultivado em diferentes tipos de solos e submetido ao estresse salino. **Revista Verde**, v. 06, p. 1-6, 2011.

MACHADO, E.C.; TAKANE, R.J.; FERRO, R. Aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação em agricultura. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.) **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. cap. 4, p. 345-353.

MALAVOLTA, E.; VITTI; OLIVEIRA. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos, 1997. 308p.

MARQUES, D.J.; BROETTO, F.; LOBATO, A.K.S.; SILVA, E.C.; CARVALHO, J. G.; ÁVILA, F.W.; ALVES, G.A.R.; ANDRADE, I.P. Photosynthetic pigments, nitrogen status, and flower behavior in eggplant exposed to different sources and levels of potassium. **Scientific Research and Essays**, v. 8, p. 67-74, 2012.

MASCARENHAS, F.R.; MEDEIROS, D.C.; MEDEIROS, J.F.; DIAS, P.M.S.; SOUZA, M.S.M. Produção e qualidade de melão Gália cultivado sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Verde**, v. 5, n. 5, p. 171-181, 2010.

MEDEIROS, J.F.; SILVA, M.C.C.; SARMENTO, D.H.A.; BARROS, A.D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p. 248-255, 2007.

MEDEIROS, D.C.; MEDEIROS, J.F.; FRANCISCO, A.L.P.; SOUZA, R.O. de; PAHLEVI, A. de S. Produção e qualidade de melão Cantaloupe cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 92-98, 2011a.

MEDEIROS, D.C. de; MEDEIROS, J.F. de; DIAS, P.M.S.; LIMA, K. da Silva; BARBOSA, M.A.G. Produção de melão Pele de Sapo híbrido Medellín cultivado com diferentes salinidades da água. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 628-634, 2011b.

MEDEIROS, D.C. de; MEDEIROS, J.F.; BARBOSA, M.A.G.; QUEIROGA, R.C.F.; OLIVEIRA, F. de A. Crescimento de melão Pele de Sapo em níveis de salinidades e estágio de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 647-654, 2012a.



MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, J. F. de. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 51- 55, 2012b.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranja 'Valência' sob deficiência hídrica. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 11, n. 1, p. 29-34, 1999.

MENDLINGER, S.; PASTENAK, D. Effect of time of salination of flowering, yield and fruit quality factors in melon, *Cucumis melo* L. **Journal of the America Society for Horticultura Science**, v. 67, n. 4, p. 529-534, 1992.

MIGUEL, A.A.; PINHO, J.L.N. de; CRISÓSTOMO, J.R.; MELO, R.F. de; Comportamento produtivo e características pós-colheita de híbridos comerciais de melão amarelo, cultivados nas condições do litoral do Ceará. **Ciências Agrotécnicas**, v. 32, n. 3, p. 756-761, 2008.

MELO, E.A. de Maciel, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G. de, NASCIMENTO, R.J. do. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

MONTEIRO, R.O.C. **Influência do gotejamento subterrâneo e do “mulching” plástico na cultura do melão em ambiente protegido**. 2007. 178 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

MORETTI, C.L.; ARAUJO, J. L.P. Tecnologia de pós-colheita comercialização. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. (Ed.). **Melão: produção aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Hortaliças; Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Semi-árido: Petrolina: 2003. 144p.

MOORE, P.D. How do plant cope when they live in the shade. **Nature**, v. 349, n. 6304, p. 22, 1991.

MOORE, P. D. potential for irrigation with carbon dioxide. **Acta Horticulturae**, v. 278, p. 171-178, 1990.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell e Environment**, v.25, p.239-250, 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651–681, 2008.

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F. de; GUIMARÃES, F.V.A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D.R.C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.873-881, 2009.

NIU, X.; BRESSAN, R.A.; HASEGAWA, P.M.; PARDO, J.M. Ion homeostasis in NaCl stress environments. **Plant Physiology**, v. 109, p.735-742, 1995.

NOVERO, R.; SMITH, D.H.; MOORE, F.D.; SHANAHAN, J.F.; D'ANDRIA, R. Field-grown tomato response to carbonated water application. **Agronomy Journal**, v. 83, p. 911-916, 1991.

OLIVEIRA, A.M. **Aspectos técnicos e ambientais da produção de melão na Zona Homogênea Mossoroense, com ênfase ao controle da mosca-branca e da mosca minadora**. 2008. 177 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2008.

OLIVEIRA, F.A.; CAMPOS, M.S.; OLIVEIRA, F.R.A.; OLIVEIRA, M.K.T.; MEDEIROS, J.F.; MELO, T.K. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 37-45, 2011.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, F.R.A.; OLIVEIRA, M.K.T.; FREIRE, A.G. Sensibilidade do algodoeiro ao cloreto de mepiquat em condições salinas. **Revista ciência agrônômica**, v. 43, p. 484-492, 2012.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, R. C.; LINHARES, P.S.F.; MEDEIROS, A.M.A.; OLIVEIRA, M. K. T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 480, 2014.

PAIVA, W.O.; MARQUES, G. V.; MESQUITA, J.B.R.; DANTAS, R.S.; FREITAS, F. W.A. Qualidade e conservação de frutos de melão Amarelo em dois pontos de colheita. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, p. 70-76, 2008.

PAULUS, D., DOURADO NETO, D., FRIZZONE, J.A., SOARES, T.M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v. 1, p. 29-35, 2010.

PÉREZ-LOPEZ, U.; ROBREDO, A.; LACUESTA, M.; MENA-PETITE, A.; MUÑOZ-RUEDA, A. The impact of salt stress on the water status of barley plants is partially mitigated by elevated CO<sub>2</sub>. **Environmental and Experimental Botany**, v. 66, p. 463-470, 2009.

PEREIRA, A. M.; QUEIROGA, R. C. F.; SILVA, G. D.; NASCIMENTO, M. G. R.; ANDRADE, S. E. O. Germinação e crescimento inicial de meloeiro submetido ao osmocondicionamento da semente com NaCl e níveis de salinidade da água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, p. 205-211, 2012.

PESSOA, L.G.M., OLIVEIRA, E.E.M., FREIRE, M.B.G.S., FREIRE, F.J., MIRANDA, M.A., SANTOS, R.L. Composição química e salinidade do lixiviado em dois solos cultivados com cebola irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 5: 406-412. 2010.

PEYRANO, G.; TALEISNIK, E.; QUIROGA, M.; FORCHETTI, S.M.; TIGIER, H. Salinity effects on hydraulic conductance, lignin content and peroxidase activity in tomato roots. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 35, p. 387-393, 1997.

PIMENTEL, C.; PEREZ, A. J. de L.C. Estabelecimento de parâmetros para avaliação de tolerância à seca em genótipos de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 31-39, 2000.

PIMENTEL, C.; BERNACCHIL, C.; LONG, S.L. imitations to photosynthesis at different temperatures in leaves of Citrus lemon. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.141-147, 2007.

PINTO, J.M.; BOTREL, T.A.; MACHADO, E.C.; FEITOSA FILHO, J.C. Aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação em relação à produtividade do meloeiro. **Sci. Agric.**, v. 58, n. 1, p. 33-338, 2001.

PIVETTA, C.R. **Posição dos gotejadores e cobertura do solo com plástico, crescimento radicular, produtividade e qualidade do melão**. 2010. 94 f. Tese (doutorado em Produção Vegetal) Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

POORTER, H.; PEREZ-SOBA, M. The Growth Response of Plants to Elevated CO<sub>2</sub> under Non-optimal Environmental Conditions. **Oecologia**, v. 129, p. 1-20, 2001.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R.; MATOS, J. A.; SOUZA, E. R.; Sousa Neto, E. R. Crescimento do meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.334-341, 2006.

PRATT, H.K. GOESCHL, J.D.; MARTIN, F.W. Fruit growth and development, ripening and the role of ethylene in the “Honey Dew” muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural**, v.12, n.2, p. 203-210, 1977.

PRISCO, J.T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCT Sal, 2010. 472p.

ROBREDO, A.; LÓPEZA-PÉREZ, U.; MIRANDA-APODACCA, J.; LACUESTAB, M.; PETITEA-MENA, A.; MUÑOZ-RUEDA, A. Elevated CO<sub>2</sub> reduces the drought effect on nitrogen metabolism in barley plants during drought and subsequent recovery. **Environmental and Experimental Botany**, v.71, p. 399-408, 2011.

RETTORE NETO, O.; COELHO, R.D.; ALVES, P.M.; TEIXEIRA, M.B. **Histerese em gotejadores autocompensantes novos com aplicação de CO<sub>2</sub> na água de irrigação**. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – Inovação tecnológica: reorganização e sustentabilidade dos espaços produtivos, SBEA, v. 1, 2007, Bonito.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **The use saline waters for crop production**. FAO. Roma. 1992.

SANTANA, M.J.; CARVALHO J.A.; MIGUEL, D.S.; Respostas de plantas de pepino à salinidade da água de irrigação. **Global Science Technology**, v. 3, p. 94-102, 2010.

SANTOS JÚNIOR, J.J. dos. **Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melões cultivados no Agropolo Mossoró-Assú (RN)**. 2002. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2002.

SANTOS, M. A. **Recuperação de um solo salino-sódico por fitorremediação com Atriplex numulária ou aplicação de gesso**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

SANTOS, R.H.L.; COSTA, M.R.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, M.F.; OLIVEIRA, V. R.; BUSO, G.S.C. **Estudo da divergência genética de linhagens de melão, do tipo pele de sapo, utilizando marcadores SSR**. 2013.

SAVVAS, D.; STAMATIB, E.; TSIROGIANNISB, I.L.; MANTZOSB, N.; BAROUCHASB, P.E.; KATSOULASC, N.; KITTAS, C. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. **Agricultural Water Management**, v. 91, n. 1-3, p. 102-111, 2007.

SCHOCK, A.A. **Características fisiológicas e anatômicas de pinhão manso conduzidos em diferentes condições de luminosidade**. 2012. 59 f. Dissertação (Mestrado Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

SCHOSSLER, T.R.; MACHADO, D.M.; ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; PIAUILINO, A.C. Salinidade: Efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 1563-1578, 2012.

SEBRAE. 2013. **Estatística das Importações e Exportações de Frutas Frescas**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/fruticultura/exportacoes-de-frutas-fevereiro-2013>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

SENAR. **Cultivo de melão: manejo, colheita, pós-colheita e comercialização/Serviço Nacional de Aprendizagem Rural**. Brasília: SENAR, 2007. 104p.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, A. T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, n. 1, p. 219-247, 2007.

SILVA, H.R.; COSTA, N.D.; CARRIJO, O.A. Exigências de clima e solo e épocas de plantio. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. **Melão: produção e aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, p. 23-28, 2002.

SILVA, M.M.C.; MEDEIROS, J.F. de; NEGREIROS, M.Z. de; SOUSA, V.F. de. Produtividade de frutos do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de

irrigação, com e sem cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 202-205, 2005.

SILVA, J.S. da. **Evapotranspiração e produção de melancia sob diferentes níveis de nitrogênio e da salinidade da água de irrigação**. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2010.

SILVA, P.F.; SILVA, A.C.C.; TAVARES, K.N.; SANTOS, D.P.; BARROS, A.C. Produção e teor de brix do tomate cereja irrigado com águas de diferentes concentrações salinas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, p. 85, 2012.

SILVA, M.V.T.; LIMA, R.M.S.; CHAVES, S.W.P.; MEDEIROS, A.M.A.; SILVA, N. K.C.; OLIVEIRA, F.L. Diagnose foliar da abóbora submetida a diferentes níveis de salinidade e doses crescentes de nitrogênio. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, p. 118-125, 2013.

SILVA, M.V.T.; LIMA, R.M.S.; SILVA, N.K.C.; OLIVEIRA, F.L.; MEDEIROS, J. F. Produção de abóbora sob diferentes níveis de água salina e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, p. 287-294, 2014.

SILVEIRA, J.A.G.; SILVA, S.L.F.; SILVA, E.N.; VIÉGAS, R.A. **Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas**. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados, Fortaleza, 2010.

SIMMS, R.E.H.; HASTINGS, A.; SCHLAMADINGER, B.; TAYLOR, G.; SMITH, P. Energy crop: current status and future prospects. **Global Change Biology**, v. 12, p. 2054-2076, 2006.

SOBRINHO, R.B; GUIMARÃES, J.A.; FREITAS, J.A.D.; TERAÓ, D. (org.). **Produção integrada do melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Banco do Nordeste do Brasil, 2008.

SOUSA, A.B.O.; BEZERRA, M.A.; FARIAS, F.C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de Cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011.

SOUZA, N.C. dos S. de. **Fotossíntese e proteção em mudas de cajueiro exposta a uma alta pressão de CO<sub>2</sub> e salinidade**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SOUSA NETO, O.N.; SOUZA, A.C.M.; DUARTE, S.N. Trocas gasosas e desenvolvimento inicial de mini melancia sob estresse salino. **In: INOVAGRI International Meeting, 2014, Fortaleza - CE. Anais - INOVAGRI International Meeting, 2014.**

SOUZA, M.H.C. de; SILVA, M.V.T. de; MELLO, O. C. de; OLIVEIRA, V.F.L. de; NETO, A.F. Avaliação Pós-Colheita do Melão Amarelo submetido Danos Mecânicos. **Revista Verde**, n. 4, v. 9, p. 195 - 200, 2014

STORLIE, C.A.; HECKMAN. J.R. Soil, plant and canopy responses to carbonated irrigation water. **Hort Technology**, v. 06, n. 02, p. 111-114, 1996.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TERCEIRO NETO, C. P. C.; MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, N. da S. D.; OLIVEIRA, F. R. A. de; LIMA, K. da S. Acúmulo de matéria seca e nutrientes no meloeiro irrigado sob estratégias de manejo da salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1069-1077, 2012.

TERCEIRO NETO, C.P.; GHEYI, H.H.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N.S.; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Online)**, v. 43, p. 354, 2013.

TESTER, M.; DAVENPORT. R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, p. 503-527, 2003.

TURAN, M.A., ELKARIM, A.H.A., TABAN, N., TABAN, S. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. **African Journal of Agricultural Research**, n. 4, v. 9, p. 893-897, 2009.

VIANA, P. C.; LIMA, J. G. A.; ALVINO, F. C. G.; Junior, J. R. S; GOMES, E. C.; VIANA, K. C. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção de maracujazeiro-amarelo. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, p. 45-50, 2012.

ZHU, J.K. Plant salt tolerance. **Trends Plant Sci.**, v.6, p. 66-71, 2001.

WALTER, L.C.; ROSA, H.T.; STRECK, N.A. Simulação do rendimento de grãos de arroz irrigado em cenários de mudanças climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 1237-1245, 2010.

WILLADINO, L.; CAMARA, T.R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, p. 1-23, 2010.