



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

**REIVANY EDUARDO MORAIS LIMA**

**CRESCIMENTO DAS PLANTAS, FORMAÇÃO E PARTIÇÃO DE  
FOTOASSIMILADOS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MELOEIRO  
CANTALOUPE CULTIVADOS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE**

**FORTALEZA-CE**

**2018**

REIVANY EDUARDO MORAIS LIMA

CRESCIMENTO DAS PLANTAS, FORMAÇÃO E PARTIÇÃO DE FOTOASSIMILADOS  
E PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MELOEIRO CANTALOUPE  
CULTIVADOS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Dr. Marlos Alves Bezerra

Coorientador: Dr. Jorge F. S. Ferreira

Processo PDSE: 88881.131627/2016-01

FORTALEZA-CE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- L71c Lima, Reivany Eduardo Morais.  
Crescimento das plantas, formação e partição de fotoassimilados e produção e qualidade de frutos de meloeiro cantaloupe cultivados sob diferentes níveis de salinidade / Reivany Eduardo Morais Lima. – 2018.  
115 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra.  
Coorientação: Prof. Dr. Jorge Freire da Silva Ferreira.
1. Cucumis melo L. 2. Enriquecimento natural 13C/ 12C. 3. Metabolismo de carboidratos. I. Título.  
CDD 630
-

REIVANY EDUARDO MORAIS LIMA

CRESCIMENTO DAS PLANTAS, FORMAÇÃO E PARTIÇÃO DE FOTOASSIMILADOS  
E PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MELOEIRO CANTALOUPE  
CULTIVADOS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em: **12/04/2018**

BANCA EXAMINADORA

---

DR. MARLOS ALVES BEZERRA  
Orientador  
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

---

DR. JORGE FREIRE DA SILVA FERREIRA  
Coorientador  
United States Department of Agriculture (USDA)

---

DR. DONALD LOUIS SUAREZ  
Conselheiro  
United States Department of Agriculture (USDA)

---

DR. CLAUDIVAN FEITOSA DE LACERDA  
Conselheiro  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

DR. ENÉAS GOMES FILHO  
Conselheiro  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

**DEDICO**

Ao meu pai, Paulo Lima (in memoriam).

À minha mãe, Maria Eliane.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Eliane e Paulo Lima (in memoriam), pelo apoio emocional durante toda a minha carreira acadêmica, nos momentos difíceis e sobretudo ao seu amor por mim. À minha irmã, Shirle, pelo incentivo para estudar, ao carinho e amor.

À minha namorada e companheira Ana, pelo incentivo, ajuda e pelos bons momentos compartilhados.

Ao meu orientador Dr. Marlos Alves Bezerra da Embrapa Agroindústria Tropical, pela sua orientação, atenção, dedicação, palavras de conforto e sempre precisas, ao tempo a mim dedicado e, sobretudo pela paciência.

Ao meu coorientador Dr. Jorge Ferreira da USDA-ARS, pelo incentivo, admirável paciência e atenção. Agradeço ainda por me conceder todo o suporte que necessitei na minha experiência internacional e pelos momentos de alegria que vivenciamos na Califórnia.

Ao Dr. Donald Suarez da USDA-ARS, pela ajuda e tempo despendido no laboratório para o desenvolvimento da minha pesquisa.

Aos conselheiros da minha tese, Prof. Claudican e Prof. Enéas, ambos da UFC.

Aos companheiros de trabalho do laboratório de fisiologia vegetal, aos amigos que fiz em Riverside-CA e a todos os outros amigos, pelos momentos de alegria compartilhados e mão amiga nos momentos mais difíceis.

Aos demais membros da família que sempre apoiaram cada um da sua forma para minha formação profissional.

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade do meu desenvolvimento profissional, intelectual e pessoal durante o período de pós-graduação.

À Embrapa Agroindústria Tropical pela realização dos trabalhos e por todo o suporte sempre oferecido desde a graduação.

A CAPES pelo apoio financeiro e por me conceder uma experiência internacional com o programa do PDSE.

## RESUMO

O melão é uma cultura de grande relevância nas exportações brasileiras. É produzido quase em sua totalidade na região Nordeste, por esta apresentar condições edafoclimáticas favoráveis. Aqui, a cultura passa por algumas dificuldades, como a salinidade das águas de irrigação e a baixa qualidade dos frutos, que afetam sua produção comercial. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a biometria das plantas, as trocas gasosas, a translocação de fotoassimilados, empregando a técnica de marcação isotópica com carbono-13, a produção e qualidade de frutos de dois híbridos de melão cantaloupe, sob condições de salinidade. Foram realizados dois experimentos no Campo Experimental de Pacajus, da Embrapa Agroindústria Tropical. O primeiro experimento foi realizado em delineamento de tratamento do tipo parcela subdividida com 4 repetições. O fator primário (parcela) tratou dos níveis de salinidade da água de irrigação CEa: 0,5, 2,0, 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>, enquanto o fator secundário (subparcela) tratou dos híbridos de melão do tipo cantaloupe: Zielo e SV1044. Nesse primeiro experimento foi avaliada a evolução da salinidade no solo, a absorção de Na e Cl, a quantificação de açúcares nas folhas, as trocas gasosas, medidas fenológicas de crescimento, além da produção e qualidade de frutos. A partir dessas variáveis, que foram avaliadas estatisticamente pelo software SISVAR, foi indicado qual híbrido apresentou-se mais tolerante a salinidade. O segundo experimento foi um fatorial entre níveis de salinidade da água CEa: 0,5 e 3,5 dS.m<sup>-1</sup>, e região da planta: basal, mediana e apical tanto do ramo primário quanto do ramo secundário; com quatro repetições. Foram analisadas a concentração de Na, Cl, açúcares, produção e partição de fotoassimilados e produção e qualidade dos frutos. Para caracterizar o comportamento dos fotoassimilados produzidos e translocados foi realizada a marcação com gás <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> de uma folha da região basal e apical do ramo primário e de uma folha da região apical do ramo secundário na antepenúltima e última semana do ciclo da cultura. Seis horas após o enriquecimento com <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>, a planta foi seccionada em folhas (grupo de três folhas da região basal, mediana e apical do ramo primário e/ou secundário) e frutos para avaliação do valor isotópico, podendo ser indicado se tais partes receberam ou não <sup>13</sup>C assimilado nas folhas enriquecidas. Foi utilizado o valor natural de <sup>13</sup>C das diversas partes da planta para definir se houve translocamento. A elevação no teor de sais de Na e Cl no perfil do solo ocasionou acúmulo desses íons nas plantas prejudicando seu crescimento, desenvolvimento, produção e qualidade de frutos mediante efeito tóxico específico e osmótico, como pode ser observado pela redução da condutância estomática e fotossíntese das plantas. O híbrido Zielo foi tolerante até uma CEa de 2,18 dS m<sup>-1</sup> (CEs = 2,11 dS.m<sup>-1</sup>) e o híbrido SV1044 até 1,19 dS m<sup>-1</sup> (CEs = 1,54 dS.m<sup>-1</sup>). As perdas de produtividade por aumento unitário de CEa foram de 12,4 e 16,1%, respectivamente, indicando menor impacto negativo da salinidade ao híbrido Zielo. As plantas sob estresse salino apresentaram uma menor discriminação do <sup>13</sup>C quando comparadas as plantas controle. Na antepenúltima semana os frutos são drenos preferenciais das folhas basais e apicais que estão vigorosas e translocando bastante fotoassimilados independente da salinidade. Porém na última semana há uma diferenciação no translocamento, de forma que em condições de salinidade as folhas continuam contribuindo com fotoassimilados para os frutos, principalmente as folhas basais e as folhas basais e apicais das plantas irrigadas com água de boa qualidade reduzem ou param a contribuição para o fruto, indicando um retardo no metabolismo de fotoassimilados de plantas de melão sob estresse salino.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L. Enriquecimento natural <sup>13</sup>C/ <sup>12</sup>C. Metabolismo de carboidratos.

## ABSTRACT

Melon is a great relevance crop in Brazilian exports. It is produced almost entirely in the Northeast region due to favorable soil and climatic conditions to the detriment of other regions, there are some difficulties that affect its commercial production: the salinity of irrigation water and the low fruit quality. Thus, the objective of this study was to evaluate the plant biometry, gas exchanges, photoassimilate translocation, using the carbon-13 isotopic enrichment technique, fruit yield and quality of two cantaloupe melon hybrids, under saline conditions. Two experiments were carried out at the Experimental Station of Pacajus, Embrapa Agroindústria Tropical. The first experiment was carried out in a split-plot treatment design with 4 replicates. The primary factor was irrigation water saline levels: 0.5, 2.0, 3.5 and 5.0 dS.m<sup>-1</sup>, while the secondary factor was cantaloupe melon hybrids: Zielo and SV1044. In this first experiment the soil salinity evolution, the Na and Cl uptake, quantification of sugars in leaves, gas exchanges, phenological measures of growth, as well as fruit production and quality were evaluated. The variables were statistically evaluated by SISVAR software and the hybrid presented more tolerance to salinity was indicate. The second experiment was a factorial between water saline levels (ECw): 0.5 and 3.5 dS.m<sup>-1</sup>, and plant region: basal, middle and apical leaves of primary and secondary stem; with 4 replicates. Na, Cl, sugars concentrations, photoassimilates production and partion, fruit production and quality were analyzed. To characterize the behavior of photoassimilates produced and translocated, the isotopic enrichment with <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> gas was used in basal and apical leaf of the primary stem and in apical leaf of the secondary stem in two weeks before last and in last week of the crop cycle. Six hours after enrichment with <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>, the plant was sectioned into leaves (a three leaves group from the basal, middle and apical region of the primary and/or secondary stem) and fruits to evaluate the isotopic value, and this might indicate whether the parties have received <sup>13</sup>C assimilated from enriched leaves. The <sup>13</sup>C natural value of diffent parts of the plant was used to determine whether there was enrichment. The increase in Na and Cl concentration in the soil profile caused accumulation of these ions in plants, impairing their growth, development, fruit production and quality through specific toxic effects and osmotic, as can be observed by the stomatal conductance and photosynthesis reduction of plants. The Zielo hybrid was tolerant until 2.18 dS.m<sup>-1</sup> (ECe = 2.11 dS.m<sup>-1</sup>) of ECw and the SV1044 hybrid until 1.19 dS m<sup>-1</sup> (ECe = 1.54 dS.m<sup>-1</sup>). Productivity losses per unit increase of ECw were 12.4 and 16.1%, respectively, indicating a lower negative impact of salinity on the Zielo hybrid. Plants under saline stress had a lower <sup>13</sup>C discrimination when they were compared with plants without stress. In two weeks before last fruits are preferential sinks of basal and apical leaves that are vigorous and translocating quite photoassimilates independent of the salinity. However, in last week there is a translocation differentiation, so that in saline conditions leaves continue to contribute with photoassimilates to fruits, especially basal leaves, and basal and apical leaves of the plants irrigated with good quality water reduce or stop the contribution to the fruit, indicating a delay in photoassimilates metabolism of melon plants under saline stress.

**Keywords:** <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C natural enrichment. Carbohydrate metabolism. *Cucumis melo* L.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Dados meteorológicos e necessidade hídrica da cultura para o período avaliado. (A): temperatura máxima (Tmx) e mínima (Tmn) em °C, umidade relativa (RH) em %, velocidade do vento a 2 m de altura (U2) em Km.dia<sup>-1</sup> e radiação solar global (Rn) em MJ.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. (B): precipitação, evapotranspiração de referencia (ETo) e evapotranspiração da cultura (ETc) em mm e coeficiente de cultivo (Kc). Fase vegetativa: FV, fase de frutificação: FF e fase de Maturação: FM..... 34
- Figura 2 - Evolução espaço-temporal da condutividade elétrica do solo (CEs) em detrimento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa): 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>, e fases de cultivo: fase vegetativa (FV), fase de frutificação (FF) e fase de maturação (FM)..... 39
- Figura 3 - Teor de solutos orgânico e inorgânicos nas plantas. Cada linha de gráficos está representada pelas variáveis respostas e cada coluna de gráficos está representada pelas fases de cultivo e pelo fator híbrido isoladamente. Variáveis: açúcares solúveis totais – AST (A, B, C, D), concentração iônica de potássio – K (E, F, G, H), de sódio – Na (I, J, K, L) e de cloro – Cl (M, N, O, P). Fases de cultivo: fase vegetativa – FV, fase de frutificação – FF e fase de maturação – FM. Fator CEa: 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>. Fator híbrido: Ziello – ZI e SV1044 – SV. Valores seguidos de diferentes letras são significativamente diferentes a  $P \leq 0.05$ , e sem letras houve interação entre os fatores..... 40
- Figura 4 - Biometria das plantas. Cada linha de gráficos está representada pelas variáveis respostas e cada coluna de gráficos está representada pelas fases de cultivo e pelo fator híbrido isolado. Variáveis: Comprimento dos ramos – CR (A, B, C e D), diâmetro do dos ramos – DR (E, F, G e H), número de folhas – NF (I, J, K e L), área foliar – AF (M, N, O e P) e massa seca da parte aérea – MSA (Q, R, S e T). Fases de cultivo: fase vegetativa - FV, fase de frutificação - FF e fase de maturação – FM. Fator CEa: 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>. Fator híbrido: Ziello – ZI e SV1044 – SV. Valores seguidos de diferentes letras são significativamente diferentes a  $P \leq 0.05$ , e sem letras houve interação entre os fatores..... 43

- Figura 5 - Trocas gasosas das plantas, assimilação líquida de CO<sub>2</sub> – A (A), condutância estomática – gs (B), transpiração foliar – E (C) e eficiência instatânea de uso da água – EUAi (D). Fases de cultivo: fase vegetativa – FV e fase de maturação – FM. Fator CEa: 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>..... 44
- Figura 6 - Produção e qualidade dos frutos. Variáveis de produção: número de frutos por planta (A), peso médio dos frutos – PF (B), produtividade – Prod (C). Variáveis de qualidade: diâmetro longitudinal – DL (D), diâmetro equatorial – DE (E), espessura da polpa – EPol (F), espessura da casca – ECas (G), firmeza da polpa – FPol (H), sólidos solúveis – SS (I), açúcares solúveis totais – AST (J), sacarose – Sac (K), glicose – Gli e frutose – Fru (L). Fator híbrido (M): Zierlo – ZI e SV1044 – SV. Valores seguidos de letras diferentes são significativamente diferentes à  $P \leq 0.05$ ..... 46
- Figure 7 - Meteorological and water requirement data for the growth period. (A): maximum temperature (Tmx) and minimum temperature (Tmn) in °C, relative humidity (RH) in %, wind speed at 2 m height (U2) in km.dia<sup>-1</sup> and net radiation at the crop surface (Rn) in MJ.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. (B): rainfall (no rainfall), reference evapotranspiration (ETo) and crop evapotranspiration (ETc) in mm and crop coefficient (Kc)..... 61
- Figure 8 - Illustration of leaf enriched in basal region of the primary stem (A), of the leaf enriched in apical region of the primary stem (B), and of the leaf enriched in apical region of the secondary stem (C). Red leaf: enriched, yellow leaf: analysed..... 64
- Figure 9 - Leaf enrichment with <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>. Inserting the leaf into the chamber (A), collecting gas <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> from the cylinder (B), Insertion of gas into the chamber (C), and leaf enrichment for 30 minutes (D)..... 66
- Figure 10 - Isotopic scale showing enrichment directions of <sup>13</sup>C and <sup>12</sup>C, in relation to the start point (SP), where X<sub>1</sub> represents a sample richer in <sup>13</sup>C and X<sub>2</sub> represents a sample richer in <sup>12</sup>C..... 67
- Figure 11 - Photosynthetic and biochemical parameters of melon plant leaves in two weeks before last Week of crop cycle. Leaves dry mass - DM (A), sodium - Na (B), chloride - Cl (C), total sugar - TS (D), sucrose - Suc (E), fructose - Fru (F), and glucose - Glu (G). Averages followed by the

same capital letter do not differ significantly at the 5% level in relation to the salinity factor (0.5 and 3.5 dS.m<sup>-1</sup>), means followed by the same lowercase letter do not differ significantly at the 5% level in relation to the stem region factor. Stem: 1° - primary, 2° - secondary. Region: Bas – basal, Mid – middle, Api – apical..... 69

Figure 12 - Photosynthetic and biochemical parameters of melon plant leaves in last week of crop cycle. Leaves dry mass - DM (A), CO<sub>2</sub> assimilation rate - A (B), sodium – Na (C), chloride – Cl (D), total sugar - TS (E), sucrose – Suc (F), fructose - Fru (G) e glucose -Glu (H). Averages followed by the same capital letter do not differ significantly at the 5% level in relation to the salinity factor, means followed by the same lowercase letter do not differ significantly at the 5% level for the region in the stem. Stem: 1° - prymari, 2° - secondary. Region: Bas – basal, Mid – middle, Api –apical..... 71

Figure 13 - Natural <sup>13</sup>C in diferent parts of the plant. ECw: 0.5 and 3.5 dS.m<sup>-1</sup>. Stem region: basal, middle, and apical leaves, and fruits. Parts that presented less negative value than the point on the below scale means that they received <sup>13</sup>C from the enriched leaf..... 73

Figure 14 - Enrichment of the leaf with the <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> gas two weeks before last. Enrichment of the basal leaf of the primary stem in plants without salinity (A) and with salinity (B); enrichment of the apical leaf of the primary stem in plants without salinity (C) and with salinity (D) and enrichment of the apical leaf of the secondary stem in plants without salinity (E) and with salinity (F)..... 75

Figure 15 - Enrichment of the leaf with the <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> gas in last week. Enrichment of the basal leaf of the primary stem in plants without salinity (A) and with salinity (B); enrichment of the apical leaf of the primary stem in plants without salinity (C) and with salinity (D) and enrichment of the apical leaf of the secondary stem in plants without salinity (E) and with salinity (F)..... 77

Figure 16 - Fruit variables. Fruit weight – FW (A), soluble solids - SS (B), total sugar - TS (C), sucrose - Suc (D), fruit yield - FY (E) and fruit number per plant – FN (F). Week: AT- Two weeks before last, UW- Last Week, ECw: 0.5 and 3.5 dS.m<sup>-1</sup>. Means followed by similar capital letters do not differ for the salinity factor and means followed by similar lowercase letters do not differ for the week-to-crop factor at the 5% level of probability.....

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características do solo da área de cultivo.....	33
Table 2 - Soil Characteristics.....	62

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>BIOMETRIA, TROCAS GASOSAS, ACÚMULO DE SOLUTOS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MELÕES CANTALoupES IRRIGADOS COM DIFERENTES ÁGUAS SALINAS EM REGIÃO SEMIÁRIDA.....</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>USE OF <sup>13</sup>C ISOTOPE TO DETERMINE THE TRANSLOCATION OF PHOTOASSIMILATES IN CANTALOUPE MELON PLANTS CULTIVATED UNDER SALINITY.....</b>	<b>57</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>87</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
	<b>ANEXO A - ANÁLISES DE VARIÂNCIAS.....</b>	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Dentre os 54 tipos diferentes de frutas exportadas pelo Brasil, o melão ocupa as primeiras colocações nas exportações e em vendas. O Nordeste brasileiro desponta como a principal região produtora de melão do Brasil com cerca de 95% da produção total. No Brasil, em 2016, a produção de melão atingiu 596 mil toneladas em uma área de 23 mil hectares (FAO, 2018), sendo exportadas 213 mil toneladas de melão na temporada 2015/2016, com um crescimento de 7%, comparado ao ano anterior (IBRAF, 2018). O Rio Grande do Norte e o Ceará são os maiores produtores de melão (IBGE, 2018).

Dentre os melões cultivados no Brasil, o melão cantaloupe, tipo considerado nobre, caracterizado por apresentar polpa salmão com aroma forte e agradável (ALVES et al., 2000), tem acrescido expressivamente sua área de cultivo devido à alta demanda nas exportações por maior preferência no mercado internacional, tanto o norte-americano como o europeu. Devido ao aumento da área de cultivo de melão cantaloupe na região Nordeste houve uma inserção constante de novos híbridos tornando-se necessário o estudo e conhecimento do comportamento desses novos materiais quando cultivados nessa região produtora em questão.

Segundo Gurgel et al. (2010), a produção de melão na região Nordeste é mais expressiva do que em outras regiões devido às condições edafoclimáticas e à disponibilidade de mananciais de água. Porém, deve ser ressaltado que o clima (que causa elevada taxa de evaporação em detrimento da precipitação e regimes irregulares das precipitações), os solos da região (com subsolo formado por quase 70% de rochas cristalinas rasas) e as águas utilizadas para irrigação [quase que exclusivamente de poços artesianos ou poços abertos em aquífero com níveis de salinidade elevada, como no caso do aquífero calcário Jandaíra na região de Mossoró (MEDEIROS et al., 2003)], contribuem para tornar o semiárido nordestino vulnerável a salinização.

Devido o Nordeste brasileiro apresentar condições favoráveis ao rápido desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do melão, com pouco tempo para o crescimento e maturação dos frutos, uma outra problemática enfrentada pelos produtores é o baixo teor de sólidos solúveis e conseqüente baixa qualidade dos frutos.

Uma vez que a qualidade do fruto está intensamente correlacionada com a concentração de açúcares solúveis, que responde por 65 a 85 % dos sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005), é necessário então que amplo volume de assimilados seja destinado aos frutos, não obstante as restrições para a fração de assimilados que pode ser

destinado para esses, já que as plantas precisam translocar quantidade suficiente para os órgãos vegetativos (PEIL; GÁLVEZ, 2005).

Portanto, qualquer alteração, seja ela biótica ou abiótica, que afete a assimilação e o metabolismo do carbono irá influenciar no acúmulo de açúcares e, conseqüentemente, na qualidade dos frutos, inviabilizando o produto para exportação. Para solucionar essa problemática da baixa qualidade dos frutos, faz-se necessário o conhecimento dos mecanismos de mobilização e translocação de carboidratos para os frutos e como eles são afetados pela salinidade.

### **Objetivo geral**

Avaliar o crescimento, desenvolvimento, trocas gasosas, acúmulo de carboidratos e a produção de dois híbridos de melão cantaloupe submetidos a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e caracterizar a translocação de fotoassimilados empregando a técnica de marcação isotópica com carbono-13.

### **Objetivos específicos**

- Avaliar o comportamento espaço-temporal dos sais mediante irrigação com águas salinas via sistema de gotejamento;
- Avaliar parâmetros biométricos, dos híbridos de meloeiro cantaloupe Zielo e SV1044 quando cultivados com diferentes níveis de águas salinas;
- Avaliar as trocas gasosas e o acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos dos híbridos de meloeiro cantaloupe Zielo e SV1044 quando cultivados com diferentes níveis de águas salinas;
- Avaliar a produção e qualidade de frutos mediante a submissão das plantas ao cultivo com diferentes níveis de águas salinas;
- Avaliar os valores isotópicos naturais de  $^{13}\text{C}$  de diferentes regiões da planta em condições salinas e não salinas.
- Caracterizar o translocamento de fotoassimilados na fase de maturação dos frutos em condições salinas e não salinas através do enriquecimento isotópico de folhas com o  $^{13}\text{C}$ ;



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### A salinidade e a cultura do melão

Adaptada a condições agronômicas diversas, o cultivo do meloeiro, planta anual, herbácea e rasteira, pode ser encontrado em diferentes regiões do mundo; desde os países do mediterrâneo, centro e leste da Ásia, sul e centro da América ao centro e sul da África (DEULOFEU, 1997).

O semiárido brasileiro é uma das regiões mais adequada para a produção do melão irrigado devido ao longo período com pouca ou nenhuma precipitação, condições edáficas favoráveis e elevada luminosidade e temperatura. Essas características podem reduzir o ciclo da cultura pela metade quando comparado aos cultivos realizados em alguns países europeus (ANDRIGUETO et al., 2008). Mediante isso, o Nordeste brasileiro desponta como a principal região produtora e exportadora de melão. Nessa região a produção de melão correspondendo a 95% da produção total do país, com Rio Grande do Norte e Ceará sendo os estados mais produtores (IBGE, 2018).

Nas principais áreas produtoras de melão do Estado do Rio Grande do Norte a fonte de água mais utilizada é a subterrânea, cuja captação é realizada no calcário Jandaira a uma profundidade de 100 metros ou no arenito Açú em poços com cerca de 1000 metros. Geralmente os produtores adotam a utilização de poço que exploram o aquífero calcário pelo baixo custo de investimento, de manutenção e captação (MEDEIROS et al., 2003). Porém, segundo Oliveira e Maia (1998) e Medeiros et al. (2003) as águas do aquífero calcário apresentam concentrações de sais relativamente elevadas, podendo apresentar condutividade elétrica da água superior a  $3,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Logo, a utilização de água para irrigação provindas dessa fonte fica condicionada à tolerância das culturas à salinidade e manejo adequado do sistema, objetivando a monitoração e controle da salinização do solo.

Morais et al. (1998), trabalhando com mais de mil amostras de águas coletadas no cristalino da região, observaram que aproximadamente 73% possuíam salinidade média a baixa e que 60% das amostras apresentavam risco de toxidez de sódio ou cloreto, requerendo manejo e tipo de irrigação adequada. Medeiros et al. (2003) afirmaram que as águas subterrâneas da zona produtora de melão da chapada do Apodi nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte apresentavam níveis elevados de salinidade, com altas concentrações de cloreto, baixa sodicidade e elevada alcalinidade.

Quanto maior o teor de sais no solo maior é o efeito osmótico, conseqüentemente há uma diminuição do consumo de água pela planta à medida que aumenta a concentração salina na zona radicular das plantas, exigindo da planta maior gasto energético para retirar a água do solo (ALLEN et al., 1998). Nessa mesma condição, as plantas podem absorver água do solo de uma forma muito lenta e abaixo da necessidade da cultura, causando o fenômeno conhecido por seca fisiológica (TAIZ; ZEIGER, 2013). Em concentrações extremas de sais, o potencial hídrico do solo se torna muito baixo e impede que as plantas absorvam água mesmo em condições aparentemente úmidas.

A elevada salinidade da água de irrigação pode provocar ainda problemas de fitotoxicidade e redução da absorção de alguns nutrientes. O excesso de cloreto e sódio no protoplasma ocasiona distúrbios, afetando a fotofosforilação, a cadeia respiratória, a assimilação de nitrogênio e o metabolismo das proteínas. Uma vez absorvidos, os íons são transportados para as folhas onde se acumulam em função do processo de transpiração. A magnitude dos danos depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de água transpirado (MUNNS, 2002).

A fotossíntese, processo em que as plantas assimilam o CO<sub>2</sub> da atmosfera e o reduzem ao nível de triose-fosfato, a qual pode então ser usada para produzir carboidratos mais elaborados, principalmente sacarose e amido, juntamente com o crescimento celular, estão entre os processos primários a serem afetados pelo estresse salino (CHAVES et al., 2009). A diminuição da oferta de água no solo ocasionada pelo processo de salinização pode levar ao fechamento total ou parcial dos estômatos reduzindo o crescimento da planta, uma vez que praticamente toda a produção de biomassa depende da fotossíntese.

Em estudos com a cultura do meloeiro foi observado que a salinidade da água de irrigação acarreta efeitos negativos significativos nos parâmetros de crescimento, principalmente quanto à área foliar, acúmulo de fitomassa (MEDEIROS et al., 2007), peso médio dos frutos (DIAS et al., 2006), além de proporcionar um maior custo de água na irrigação (PORTO FILHO et al., 2006).

Shannon e François (1978) estudando a tolerância dos híbridos de melão cantaloupe PMR45, Top Mark e Hale's Best à salinidade, concluíram que a produtividade e o peso médio dos frutos decresceram com o aumento da salinidade da água. Costa (1999) cultivando melão amarelo Gold Mine com água de salinidade de 0,55 dS.m<sup>-1</sup> e 2,65 dS.m<sup>-1</sup> verificou que a água com 2,65 dS.m<sup>-1</sup> reduziu a produtividade em 10% no primeiro ciclo e no ciclo consecutivo a perda foi maior. Silva et al. (2005) observaram declínio na produtividade de frutos comerciais para os híbridos Gold Mine (tipo amarelo) e Trusty (tipo cantaloupe). Os

decréscimos foram de aproximadamente 15%, ao se elevar a salinidade de 1,2 para 2,5 dS.m<sup>-1</sup> e de 36% ao elevar a salinidade para 4,4 dS.m<sup>-1</sup>. Medeiros et al. (2007), avaliando o rendimento comercial do híbrido Trusty, verificaram redução de 44% quando a CE da água de irrigação aumentou de 1,1 para 4,4 dS.m<sup>-1</sup>. Figueirêdo (2008), trabalhando com melão Orange Flesh irrigado com águas de diferentes salinidades, verificou que o acréscimo de 1 dS.m<sup>-1</sup> na salinidade da água de irrigação ocasionou decréscimo de 4,241 e 3,927 Mg.ha<sup>-1</sup> na produção total e produção comercial de frutos, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Melo (2011), que estudou o melão Gália e verificou que para cada acréscimo de 1 dS.m<sup>-1</sup> na salinidade da água de irrigação houve redução de 4,07 e 3,16 Mg.ha<sup>-1</sup> para a produção comercial e total de frutos, respectivamente.

Estudos de salinidade em melões do tipo nobre, como o Cantoupe e Gália, na região Nordeste passaram a ser mais relevantes tendo em vista o aumento da participação desses no mercado externo, em torno de 15 a 20% (SALES JÚNIOR et al., 2006). A maior sensibilidade desse tipo de melão em relação ao melão amarelo, por exemplo, acaba exigindo cuidados mais específicos no processo de produção (MEDEIROS et al. 2011).

### **Crescimento e desenvolvimento do meloeiro**

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma espécie polimórfica pertencente à família das Curcubitáceas e ao gênero *Cucumis*. É uma planta anual, herbácea, de haste sarmentosa, provinda de gavinhas axilares e folhas simples, palmadas, pentalobuladas, angulosas quando jovens e subcodiformes quando desenvolvidas (PEDROSA, 1997). Possui hábito de crescimento rasteiro, com ramos podendo atingir até três metros de comprimento. Nas axilas das folhas pode se desenvolver ramificações secundárias, das quais 3 ou 4 crescem apreciavelmente e dão origem as frutificações (ALMEIDA, 2006). Possui sistema radicular fasciculado, com crescimento abundante nos primeiros 30 cm de profundidade (FILQUEIRA, 2003).

A maioria das cultivares de melão são andromonóicas, sendo que a floração masculina precede a feminina e as flores masculinas surgem somente no caule principal. As flores femininas surgem nos ramos secundários ou terciários. A polinização é feita por abelhas que são atraídas a planta por seus nectários. As flores a serem polinizadas permanecem abertas por apenas um dia. Nem todas as flores fecundadas evoluem para frutos, pode ocorrer o abortamento dos frutos, e de forma geral cada planta produz em média de 3 frutos. A fixação dos frutos pode aumentar desde que sejam adotadas as devidas intervenções,

como a desponta de ramos que apresentem a formação de frutos precocemente em uma planta com área foliar reduzida. O fruto apresenta crescimento do tipo sigmoidal e durante a fase de maturação o teor de sólidos aumenta rapidamente, principalmente devido a importação e acumulação de sacarose (ALMEIDA, 2006).

Os principais melões produzidos comercialmente pertencem a dois grupos: *Cucumis melo inodorus* Naud. e *Cucumis melo cantaloupensis* Naud., que correspondem aos melões inodoros e aromáticos, respectivamente. Os melões do grupo *inodorus* são os que apresentam frutos com casca lisa ou levemente enrugada, coloração amarela, branca ou verde-escura. Os do segundo grupo possuem superfície rendilhada, verrugosa ou escamosa, podendo ou não apresentar gomos, sua polpa apresenta aroma característico e pode ser de coloração alaranjada, salmão ou verde (MENEZES et al., 2000).

O ciclo de cultivo do melão pode ser dividido em três fases de desenvolvimento: fase de desenvolvimento vegetativo: desde a germinação até o aparecimento das primeiras flores masculinas com duração de 40-60 dias, segunda fase: desde o aparecimento das primeiras flores masculinas até o aparecimento das primeiras flores femininas com duração de 5 a 15 dias e terceira fase: desde o aparecimento das primeiras flores femininas até o início da colheita, nesta fase ocorre fecundação, vingamento, crescimento e maturação dos frutos e apresenta duração de 30-60 dias (ALMEIDA, 2006).

O crescimento e o desenvolvimento adequados das plantas são dependentes da combinação ótima de manejo cultural, fatores ambientais e potencial genético do cultivar. A disponibilidade de água e de nutrientes no solo, a intensidade, qualidade e quantidade de horas de luz, a temperatura e concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera irão determinar a taxa de crescimento das plantas. A ausência ou disponibilidade limitada de um ou mais desses fatores paralisa ou retarda a taxa de crescimento das plantas (PUIATTI; FINGER, 2005).

### **Relação fonte-dreno e carboidratos**

As interações fisiológicas existentes entre os órgãos vegetais capazes de exportar carboidratos (fontes) e os órgãos que demandam estes compostos (drenos) são conhecidas como relações fonte-dreno. Tais relações são importantes no desenvolvimento das plantas, pois influenciam na produção, no tamanho e qualidade dos frutos (MINCHIN et al., 1997).

A produtividade das culturas é influenciada por características morfológicas e fisiológicas da fonte (órgãos fotossintetizantes) e do dreno (órgãos consumidores dos metabólicos fotossintetizados e carboidratos principalmente). Toda produção de fitomassa

depende da atividade fotossintética da fonte, sendo a assimilação do CO<sub>2</sub> um dos muitos fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento vegetal (YANO et al., 2002). Desta forma, as buscas por informações sobre a fisiologia da fonte e mecanismos de translocação tornam-se de fundamental importância na tentativa de melhorar a qualidade do fruto.

Os açúcares provenientes da fotossíntese agem como substrato para o metabolismo energético e biossíntese de carboidratos, fornecendo condições de crescimento e desenvolvimento aos tecidos dreno. Além disso, os açúcares podem funcionar como mensageiros secundários assegurando que a planta continue a se desenvolver, mesmo após estresses bióticos ou abióticos (HAMMOND; WHITE, 2008).

Os solutos translocados no floema são principalmente carboidratos. Nos drenos, os açúcares transportados são alocados para os processos de crescimento ou reserva (PIERRE et al., 2010). O transporte de fotoassimilados até o dreno é realizado principalmente na forma de sacarose, ou de compostos provenientes da rafinose, dependendo da espécie da planta e do tipo de carga e descarga do floema (via simplasto ou apoplasto) (TOFIÑO et al., 2006).

O carregamento de sacarose na fonte provoca um aumento no potencial osmótico, levando à entrada de água, conseqüentemente aumento do potencial de pressão. No dreno, o descarregamento de sacarose leva a uma redução no potencial osmótico com a conseqüente saída de água e redução do potencial de pressão. Deste modo, forma-se um gradiente de pressão entre a fonte e o dreno que determina o transporte da seiva por fluxo de massa (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O conhecimento sobre o crescimento e desenvolvimento das folhas é de suma importância para o entendimento das relações fonte-dreno em plantas. Segundo Foyer e Galtier (1996), na transição da folha de um órgão dreno para fonte, mudanças ocorrem durante o seu desenvolvimento como reflexo da interação da planta e das condições ambientais. O início da fotossíntese durante a ontogênese da folha requer a coordenação de numerosos eventos que são modificados por controles endógenos e ambientais.

Dentre os açúcares que predominam no fruto de melão, a sacarose é o que se acumula em maior quantidade durante os estádios finais de desenvolvimento. Como o fruto praticamente não acumula amido, o aumento no teor de sacarose depende da translocação de carboidratos das folhas (HUBBARD et al., 1989). Para estudos relacionados a translocação, alocação e balanço de carbono, bem como estudos sobre as relações fonte-dreno, uma metodologia que vem se destacando refere-se ao uso de "marcadores" ou "traçadores", notadamente o <sup>14</sup>C, isótopo radioativo do carbono e o <sup>13</sup>C, isótopo estável do carbono.

## Os Isótopos e suas utilizações

Os isótopos são elementos naturais que apresentam em sua constituição o mesmo número atômico, porém diferente número de massa, ou seja, apresentam o mesmo número de prótons e elétrons e diferente número de nêutrons. Essa condição faz com que ocupem o mesmo lugar na tabela periódica apresentando as mesmas propriedades químicas. Esses isótopos podem ser classificados em radioativos ou estáveis (SULZMAN, 2007).

A utilização da técnica de radioisótopos, notadamente o  $^{14}\text{C}$ , permitiu um grande avanço nos estudos em plantas, contudo os problemas de utilização desta técnica estão relacionados à riscos de contaminação humana na manipulação e risco ambiental, limitando seu uso. Segundo Xavier et al. (2007), os isótopos radioativos  $^{14}\text{C}$  foram descobertos em 1940 e utilizados inicialmente em estudos sobre datação em arqueologia. A aplicação do  $^{14}\text{C}$  em estudos sobre a fisiologia de plantas ganhou impulso a partir das décadas de 50 e 60, permitindo o conhecimento mais aprofundado sobre a fotossíntese, translocação e alocação dos fotoassimilados e das relações fonte-dreno. Porém, os isótopos radioativos ou radioisótopos emitem partículas e/ou radiações ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e raios x), as quais se desintegram, transformando-os em átomos de outro elemento ou do mesmo elemento. Uma importante unidade dos elementos radioativos refere-se à meia-vida do átomo, a qual se define como o tempo requerido para que a metade da população de um átomo se desintegre. Como exemplo tem-se os seguintes valores de meia vida:  $^{14}\text{C}$ , 5.715 anos;  $^{35}\text{S}$ , 87,2 dias;  $^{32}\text{P}$ , 14,3 dias;  $^{64}\text{Cu}$ , 12,7 horas;  $^{42}\text{K}$ , 12,4 horas e do  $^{40}\text{K}$ ,  $1,26 \times 10^9$  anos (LIDE, 1996). Os isótopos radioativos são detectados pela ionização que produzem através de contadores Geiger-Muller, fotomultiplicadoras ou pela técnica da radioautografia (SCHIMEL, 1993).

Os isótopos estáveis são definidos como aqueles energeticamente estáveis e que não apresentam decaimento, ou seja, não emitem radiação. Um isótopo tende a ser estável quando o número de nêutrons (N) e o número de prótons (Z) são bastante semelhantes ( $N/Z \leq 1,5$ ). Na natureza há cerca de 300 isótopos estáveis, mais de 1200 isótopos radioativos, e apenas 21 elementos que são conhecidos por ter apenas um isótopo (HOEFS, 2015).

Os elementos naturais que constituem os isótopos estáveis são caracterizados pela sua abundância natural, expressa na unidade átomos %. As abundâncias relativas dos isótopos estáveis mais comuns nas pesquisas ecológicas são:  $^{12}\text{C}$ , 98,89% e  $^{13}\text{C}$ , 1,11% (Padrão internacional - Vienna Pee Dee Belemnite com  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = 0,0112372$ );  $^{14}\text{N}$ , 99,64% e  $^{15}\text{N}$ , 0,37% (Padrão internacional – Ar atmosférico com  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N} = 0,0036765$ );  $^{16}\text{O}$ , 99,76% e  $^{18}\text{O}$ , 0,204% (Padrão internacional – para  $\text{CO}_2$ , Vienna Pee Dee Belemnite com  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} =$

0,0020672) e o  $^1\text{H}$ , 99,985% e  $^2\text{H}$ , 0,0155% (Padrão internacional – Padrão Vienna águas médias do oceano com  $^2\text{H}/^1\text{H} = 0,00015576$ ) (SULZMAN, 2007).

A terminologia comumente empregada na detecção das concentrações naturais é expressa pela linguagem delta por mil ( $\delta\text{‰}$ ), internacionalmente utilizada. Essa unidade é utilizada pelo fato das diferenças isotópicas entre os vários materiais (folhas, minerais e águas marinhas) serem extremamente pequenas. Logo, o valor isotópico do material em avaliação pode ser dado por:

$$\delta^{13}\text{C} (\text{‰}) = [(R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}})/R_{\text{padrão}}] \cdot 10^{-3}$$

O R representa a razão entre o isótopo mais pesado e o mais leve, assim o  $R_{\text{amostra}}$  refere-se a razão do material a ser analisado ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) e o  $R_{\text{padrão}}$  refere-se à razão para o padrão internacional do carbono, VPBD.

Os isótopos estáveis são mensurados através de um espectrômetro de massa de razão isotópica (IRMS) que foi inventado por J. J. Thompson em 1910, porém a primeira demonstração definitiva sobre os isótopos na natureza foi observada em 1922 (ASTON, 1922). Um espectrômetro de massa é um instrumento que separa os átomos ou moléculas carregadas com base na razão entre massa e carga ( $m/z$ ). Existem dois tipos básicos de IRMS, de dupla entrada (DI-IRMS) e de fluxo contínuo (CF-IRMS); o funcionamento dos dois consta de quatro etapas: sistema de entrada (amostra e o padrão são admitidos na forma de  $\text{CO}_2$ ), fonte de íons, análise da massa e o detector de íons. Basicamente, compara-se a razão do  $^{13}\text{CO}_2$  (massa 45)/ $^{12}\text{CO}_2$  (massa 44) com uma amostra. A diferença entre as duas formas de análises se restringe ao sistema de entrada (SULZMAN, 2007).

O uso de isótopos estáveis de carbono, nitrogênio, oxigênio e hidrogênio para estudos de processos fisiológicos têm aumentado exponencialmente nas últimas três décadas. Quando Harmon Craig, geoquímico e pioneiro de isótopos estáveis de abundância natural, mediu pela primeira vez valores isotópicos em materiais vegetais, ele descobriu que as plantas tendiam a apresentar valores de  $\delta^{13}\text{C}$  bastante estreito, entre -25 e -35‰. Nestes levantamentos iniciais, ele foi incapaz de encontrar grandes efeitos taxonômicos ou ambientais a partir desses valores devido os valores estreitos (MARSHALL et al., 2007).

Como visto anteriormente aproximadamente 99% de todo carbono na natureza está na forma do isótopo  $^{12}\text{C}$  e apenas 1% na forma do isótopo  $^{13}\text{C}$ . Estes dois isótopos estáveis do carbono se comportam de forma diferente nas reações físicas e químicas devido a sua diferença de massa atômica, resultando em proporções variáveis destes isótopos nos diferentes materiais. Para Schimel (1993) os isótopos estáveis são usados para seguir

movimentos e transformações químicas em sistemas biológicos e ambientais podendo ser introduzidos na planta, solo ou sistemas aquáticos e monitorados com grande sensibilidade e precisão por espectrômetros de massa.

Com a evolução dos estudos e enriquecimentos naturais, foi observado que as plantas apresentavam variações para valores isotópicos devido as diferentes vias fotossintéticas. A diferença entre as vias fotossintéticas do ciclo de Calvin (C3), ciclo de Hatch-Slack (C4) e metabolismo do ácido crassuláceo (CAM) propiciaram estudos ecológicos na distinção de espécies de plantas utilizando a marcação isotópica (SAGE et al., 1999).

As plantas do ciclo C3 fixam o CO<sub>2</sub> atmosférico através da enzima Rubisco (ribulose bifosfato carboxilase/oxigenase), enquanto as C4 fixam CO<sub>2</sub> através da enzima PEP carboxilase (fosfoenolpiruvato carboxilase). A PEP carboxilase apresenta alta afinidade pelo CO<sub>2</sub> (MAGALHÃES, 1985). Como a Rubisco apresenta uma menor afinidade pelo CO<sub>2</sub>, esta enzima discrimina o isótopo pesado de carbono <sup>13</sup>C em relação ao isótopo leve <sup>12</sup>C em proporções maiores do que a PEP carboxilase. Essa condição faz com que as plantas de ciclo C3 acumulem menos <sup>13</sup>C. A discriminação envolvida nesse processo foi relatada por Smith e Epstein (1971) para diversos grupos de plantas.

Plantas de ciclo C3, como as dicotiledôneas, discriminam mais intensamente o <sup>13</sup>C e por isso apresentam variações na abundância isotópica de <sup>13</sup>C, que são da ordem de -20 a -34 delta por mil, com média de -27. As plantas de ciclo C4, em sua maioria monocotiledôneas, discriminam menos o <sup>13</sup>C e apresentam valores que variam de -9 a -17 delta por mil, média de -13 (MARSHALL et al., 2007).

A utilização do <sup>13</sup>C passou a ser uma ferramenta para avaliar diversas problemáticas e investigações na ciência ecológica. Em condições de estresse hídrico, foi observado que plantas de ciclo C3 tendem a discriminar menos o <sup>13</sup>C, o que tem sido utilizado como uma ferramenta para seleção de variedades mais adequadas para climas mais áridos (PATE, 2001). Muita investigação incidiu sobre gradientes de água em ecossistemas do deserto e gradientes de altitude em ecossistemas de montanha, podendo ser observado que o aumento da altitude acarretava no aumento  $\delta^{13}\text{C}$ . Um levantamento das espécies descobriu que as anuais ou herbáceas de vida curta tinham valores  $\delta^{13}\text{C}$  significativamente mais baixos do que as espécies perenes de longa duração (SMEDLEY et al., 1991). Ao nível de espécie, existem diferenças locais consistentes que podem ser relacionadas com a morfologia da folha (MARSHALL; ZHANG, 1994). Espécies caducifólias são geralmente mais empobrecidas em <sup>13</sup>C (tem  $\delta^{13}\text{C}$  mais negativo) do que espécies perenes.



Estudos relacionados ao desenvolvimento fisiológico das folhas e as interações fonte-dreno utilizando marcadores isotópicos no meloeiro são escassos, mediante isso, os trabalhos desenvolvidos com outras espécies de plantas serão abordados como base para a revisão sobre a translocação e alocação de fotoassimilados utilizando os isótopos.

Em limão, Kriedemann (1967) relata que as folhas só passaram a ser eficientes exportadoras de fotoassimilados quando atingiram a plena maturação, e que somente após o aparecimento dos drenos fortes localizados na parte terminal do ramo tratado com  $^{14}\text{CO}_2$  a direção dos fotoassimilados foi alterada para bidirecional. Anteriormente a direção era basipétalo. Foi observado que as folhas maduras não receberam fotoassimilados.

Koch e Schrader (1984) observaram que folhas de soja enriquecidas com  $^{14}\text{C}$  no período reprodutivo apresentaram 70 a 86 % do  $^{14}\text{C}$  nas folhas. De acordo com Lai et al. (1988), pode ser observado que no ramo principal de plantas de Kiwi os fotoassimilados produzidos por folhas marcadas com  $^{14}\text{C}$  foram direcionados preferencialmente para os entrenós independentemente de sua localização na planta. Foi observado ainda que as folhas localizadas acima das folhas marcadas (n) importaram os fotoassimilados segundo uma ordem filotáxica n+3, n+5 e n+8.

Finazzo et al. (1994), utilizando a técnica de marcação através do  $^{14}\text{C}$ , reportaram que a distribuição de fotoassimilados entre folhas de abacateiro está relacionada à filotaxia das folhas, onde a maioria dos fotoassimilados (98%) produzidos pela folha marcada na fase vegetativa foram importados pelas folhas alinhadas na mesma posição ortóstica (50%), e pela folha adjacente à folha marcada (48%). No mesmo trabalho, os autores relataram que os fotoassimilados enriquecidos em  $^{14}\text{C}$ , produzidos a partir de uma folha fonte na fase de reprodução, foram importados em sua quase totalidade (94%) pelos frutos em desenvolvimento que estavam no mesmo alinhamento ortóstico e quando não existia a presença de frutos no alinhamento da folha marcada, os fotoassimilados foram distribuídos para os frutos menores de alinhamentos adjacentes.

Em trabalho realizado por Matsuura et al. (2001) expondo folhas de figueiras (*Ficus carica* L.) 'Masui Daufine' com dois anos de idade ao  $^{13}\text{CO}_2$  no mês de outubro, as análises mostraram que  $^{13}\text{C}$ -fotossintatos foram armazenadas durante o período de dormência e remobilizado na primavera seguinte.

Vasconcellos (2001), avaliando o particionamento de fotoassimilados em maracujazeiro doce utilizando  $^{13}\text{C}$ , observou que na fase vegetativa o meristema apical e as folhas em crescimento com até 60% da sua expansão total foram os drenos preferenciais das

folhas marcadas. Com o aparecimento de botões florais e frutos a preferência de translocação modificou e esses órgãos passaram a ser os maiores importadores.

Zhang et al. (2005) determinaram que o acúmulo de fotossintatos  $^{13}\text{C}$  em frutos de pêra japonesa em um período de rápido crescimento é limitado pela intensidade do dreno e não pela capacidade de transporte do pedicelo do fruto.

Cernusak et al. (2009), avaliando plantas de *Ficus insipita* crescendo nas florestas do Panamá encontraram valores de  $\delta^{13}\text{C}$  que variaram de -30 a -27 ‰ no caule, -30 ‰ nas raízes e nas folhas valores entre -29 e -27 ‰.

Silva et al. (2011), estudando a variação natural de  $^{13}\text{C}$  em figueira, constataram que as partes novas dos ramos do cultivar Roxo de Valinhos apresentaram valores isotópicos médios de -28,41‰; -28,43‰ e -28,51‰, indicando valores superiores de  $\delta^{13}\text{C}$  nas folhas recém-abertas, gema apical e frutos, respectivamente, em detrimentos de outras partes do ramo.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for Computing Crop Water Requirements**, vol. 56. Rome: FAO, 1998. 15p.
- ALMEIDA, D. **Manual de culturas hortícolas**, vol. 2. Ed: Presença, 2006. 326p.
- ALVES, R. E.; PIMENTEL, C. R.; MAIA, C. E.; CASTRO, E. B.; VIANA, F. M.; COSTA, F. V.; ANDRADE, G. G.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALMEIDA, J. H. S.; MENEZES, J. B.; COSTA, J. G.; PEREIRA, L. S. E. **Manual de melão para exportação**. Brasília: Embrapa, 2000. 51p.
- ANDRIGUETO, J. R.; NASSER, L. C. B.; TEIXEIRA, J. M. A.; SIMON, G.; VERAS, M. C. V.; MEDEIROS, S. A. F.; SOUTO, R. F.; MARTINS, M. V. de M. **Produção integrada de frutas e sistema agropecuário de produção integrada no Brasil**, 2008. 24p.
- ASTON, F. W. **Isotopes**. Longmans, Green & Co., London, 1922. 139p.
- CERNUSAK, L. A.; TCHERKEZ, G.; KEITEL, C.; CORNWELL, W. K.; SANTIAGO, L. S.; KNOHL, A.; BARBOUR, M. M.; WILLIAMS, D. G.; REICH, P. B.; ELLSWORTH, D. S.; DAWSONK, T. E.; GRIFFITHS, H. G.; FARQUHAR, G. D.; WRIGHT, I. J. Why are non-photosynthetic tissues generally  $^{13}\text{C}$  enriched compared with leaves in C3 plants? Review and synthesis of current hypotheses. **Functional Plant Biology**, Collingwood, v. 36, p. 199-213, 2009.
- CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, p. 551-560, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

COSTA, M. C. **Efeito de diferentes lâminas de água com dois níveis de salinidade na cultura do meloeiro**. (Tese doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu-SP. 1999. 115p

DEULOFEU, C. **Situación y perspectivas Ael Melón em el mundo**. In: VALLESPER, A.N. Melones. Rens: Horticultura, 1997. p. 20-25.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F. DE; TELES FILHO, J. F. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido. II: Efeito sobre o rendimento do meloeiro. **Irriga**, v.11, p.376–383, 2006.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso: 08 jan. 2018.

FIGUEIRÊDO, V. B. **Evapotranspiração, crescimento e produção da melancia e melão irrigados com águas de diferentes salinidades**. (Tese doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu - SP, 2008, 104p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agroecologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. UFV: Viçosa, 2003. 402p.

FINAZZO, S. F., DAVENPORTE, T. L. & SCHAFFER, B. Partitioning of photoassimilates in avocado (*Persea Americana* Mill.) during flowering and fruit set. **Tree Physiology**, v.14 (2): 153-164. 1994.

FOYER, C. H.; GALTIER, N. **Source-sink interaction and communication in leaves**. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A. A. (ed.) Source-sink relations. New York: Marcel Dekker Inc., 1996. p. 311-340.

GURGEL, M. T, UYEDA, C.A, GHEYI, H. R, OLIVEIRA, F. H. T, 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. 3–10, 2010.

HAMMOND, J. B.; WHITE, P. J. Sucrose transport in the phloem: integrating root responses to phosphorus starvation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 93–109, 2008.

HOEFS, J. **Stable Isotope Geochemistry**, 7 ed. Springer-Verlag, New York, 2015. 389p.

HUBBARD, N. L.; HUBER, S. C.; PHARR, D. M. Sucrose phosphate synthase and acid invertase as determinants of sucrose concentration in developing muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruits. **Plant Physiology**, v. 91, p. 1527-1534. 1989.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso: 08 jan. 2018.

IBRAF - INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Disponível em:  
<<http://www.ibraf.org.br>> Acesso: 08 jan. 2018.

KOCH, K. E.; SCHRADER, L. E.  $^{14}\text{C}$ -Photosynthate Partitioning and Translocation in Soybeans during Reproductive Development. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 75, n. 4, p. 1040-1043, 1984.

KRIEDEMANN, P. E.  $^{14}\text{C}$  distribution in lemon plants. **Journal Horticultural Science**, v. 44, P. 273-279 1967.

LAI, R., WOOLLEY, D. J.; LAWES, G. S. Patterns of assimilate transport from leaves to fruit within a kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) lateral. **Journal of Horticultural Science**, v. 63, p. 725-730, 1988.

LIDE, D. R. **Handbook of chemistry and physics**, 76th ed. CRC Pres: New York, 1996. Section 11. p.38 –133.

MAGALHÃES, A. C. N. **Fotossíntese**. In: FERRI, M. G., (Ed.). Fisiologia vegetal. São Paulo: EPU, 1985. p.117-168.

MARSHALL, J. D.; BROOKS, J. R.; LAJTHA, K. **Sources of variation in the stable isotopic composition of plants**. In: MICHENER, R.; LAJTHA, K. Stable isotopes in ecology and enviromental science. Blackwall Publishing, 2007. p.22-60.

MARSHALL, J. D.; ZHANG, J. Carbon isotope discrimination and water-use efficiency in native plants of the north-central Rockies. **Ecology**, v. 75, p. 1887–1895, 1994.

MATSUURA, K; TANABE, K.; TAMURA, F.; ITAI, A. Storage and translocation of  $^{13}\text{C}$ photosynthates from ‘Masui Daufine’ fig (*Ficus carica* L.) leaves administrated  $^{13}\text{CO}_2$  in autumn. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 70, n. 1, p. 66-71, 2001.

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

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 469-472, 2003.

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.

MELO, T. K.; MEDEIROS, J. F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PEREIRA, V. C.; CAMPOS, M. S. Evapotranspiration and yield of melon *Galia* irrigated with water of different salinity and nitrogen fertilization. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 15, p. 1235–1242, 2011.

MENEZES, J. B.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R.E.; MAIA, C. E.; ANDADE, G. G.; ALMEIDA, J. H. S.; VIANA, F. M. P. **Características do melão para exportação**. In: ALVES, R. E. (Ed.). Melão pós colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2000. p.13-22

MINCHIN, P. E. H.; THORPE, M. R.; WUNSCH, J. N.; PALMER, J. W.; PICTON R. F. Carbon partitioning between apple fruits: short- and long-term response to availability of photosynthate. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 48, n. 7, p. 1.401-1.406, 1997.

MORAIS, E. R. C.; MAIA, C. E.; OLIVEIRA, M. de. Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do departamento de solos e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, RN. **Caatinga**, Mossoró, v. 11, n. 1, p. 75-83, 1998.

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

OLIVEIRA, O.; MAIA, C. E. Qualidade físico-química da água para a irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p. 17-21. 1998.

PATE, J. S. **Carbon isotope discrimination and plant water-use efficiency: case scenarios for C3 plants**. In: UNKOVICH, M.; PATE, J.; MCNEILL, A.; GIBBS, D. J. Stable isotope techniques in the study of biological process and functioning of ecosystems. Dordrecht: Kluwer, 2001. p.19-36.

PEDROSA, J. F. **Cultura do melão**. Mossoró: ESAM, 1997. 51 p.

PEIL, R. M. N.; GÁLVEZ, J. L. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas em invernadero. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 11, p. 05-11, 2005.

PIERRE, C. S.; TRETOWAN, R.; REYNOLDS, M. Stem solidness and its relationship to water-soluble carbohydrates: association with wheat yield under water deficit. **Functional Plant Biology**, Collingwood, v. 37, n. 1, p. 166–174, 2010.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; SOUSA NETO, E. R.; GHEYI, H. R.; MATOS, J. de A. Viabilidade da irrigação do meloeiro com águas salinas em diferentes fases fenológicas. **Ciência Rural**, v. 36, p. 453-459, 2006.

PUIATTI, M.; FINGER, F. L. **Fatores climáticos**. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. Olericultura - teoria e prática. Potafos: Jabuticabal, 2005. Cap 2.

SAGE, R. F.; LI, M.; MONSON, R. K. **The taxonomic distribution of C4 photosynthesis**. In: SAGE, R. F.; MONSON, R. K. C4 Plant Biology. Academic Press, San Diego, 1999. p.551–581.

SALES JÚNIOR, DANTAS, F.; SALVIANO, A.M.; NUNES, G.H.S. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal-RN. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 286-289, 2006.

SCHIMMEL, D. **Theory and application of tracers**. San Diego, Academic Press Inc., 1993. 113p.

SHANNON, M. C.; FRANÇOIS, L. E. Salt tolerance of three muskmelon cultivars. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v. 103, n. 1, p. 127-130, 1978.

SILVA, A. C.; LEONEL, S.; SOUZA, A. P.; VASCONCELLOS, M. A. S.; RODRIGUES, J. D.; DUCATTI, C. Alocação de fotoassimilados marcados e relação fonte-dreno em figueiras cv. Roxo de Valinhos. 2. Tempo de alocação. **Agrária** (Recife. Online), v. 6, p. 419-426, 2011.

SILVA, M. M.C.; MEDEIROS, J. F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUSA, V. F. Produtividade de frutos do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com e sem cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 202-205, 2005.

SMEDLEY, M. P.; DAWSON, T. E.; COMSTOCK, J. P.; DONOVAN, L. A.; SHERRILL, D. E.; COOK, C. S.; EHLERINGER, J. R. Seasonal carbon isotope discrimination in a grassland community. **Oecologia**, v. 85, p. 314-320, 1991.

SMITH, B.N.; EPSTEIN, S. Two categories of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios for higher plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 47, p. 380-384, 1971.

SULZMAN, E. W. **Stable isotope chemistry and measurement: a primer**. In: MICHENER, R.; LAJTHA, K. Stable isotopes in ecology and environmental science. Blackwell Publishing, 2007. p.1-21.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 5 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2013. 918p.

TOFIÑO, A.; FREGENE, M.; CEBALLOS, H.; CABAL, D. Regulación de la biosíntesis del almidón en plantas terrestres: perspectivas de modificación. **Acta Agronómica**, Palmira, Colombia, v. 55, n. 1, p. 1-16, 2006.

VASCONCELLOS, M. A. S. **Uso do carbono-13 como marcador na partição de fotoassimilados em maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryander.)**. (Tese doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu - SP, 2001, 106p.

XAVIER, A. M.; LIMA, A. G.; VIGNA, C. R. M.; VERBI, F. M.; BORTOLETO, G. G.; GORAIEB, K.; COLLINS, C. H.; BUENO, M. I. M. S. Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 83-91, 2007.

YANO, T.; INOUE, H.; SHIMIZU, Y.; SHINKAI, S. Dry matter partitioning and carbohydrate status of 'Kawanakajima Hakuto' peach trees grafted onto different rootstocks or with an interstock at pre-bloom period. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 71, n. 2, p. 164-170, 2002.

ZHANG, C.; TANABE, K.; TAMURA, F.; ITAI, A.; WANG, S. Partitioning of  $^{13}\text{C}$  photosynthate from spur leaves during fruit growth of three pear (*Pyrus pyrifolia*) cultivars differing in maturation date. **Annals of Botany**, Oxford, v. 95, n. 4, p. 685-693, 2005.

### **3 BIOMETRIA, TROCAS GASOSAS, ACÚMULO DE SOLUTOS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MELÕES CANTALoupES IRRIGADOS COM DIFERENTES ÁGUAS SALINAS EM REGIÃO SEMIÁRIDA**

#### **RESUMO**

Considerando que o nordeste brasileiro desponta como uma relevante região produtora e exportadora de melão nobre para diversos países, porém vulnerável à problemática de salinização, objetivou-se com este estudo avaliar características biométricas, fisiológicas, e de produção e qualidade de frutos de dois híbridos de melão cantaloupe cultivados com diferentes águas salinas na região semiárida do Brasil. Para tanto, procedeu-se a condução do experimento utilizando sistema de irrigação por gotejamento em delineamento casualizado com parcelas subdivididas, sendo o fator principal diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa): 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup> e o fator secundário dois novos híbridos de melão cantaloupe: Zielo e SV1044. Foram avaliadas a evolução espaço-temporal da condutividade elétrica do solo; a biometria das plantas através de variáveis dos ramos e folhas; a fisiologia através da análise das concentrações iônicas e trocas gasosas em folhas; a produção de frutos através do número, peso e produtividade; e a qualidade dos frutos através de dados de tamanho e informações sobre a polpa e casca. Desse modo, observou-se que ao elevar a CEa de 0,5 para 5,0 dS.m<sup>-1</sup> ocorreu incremento de sais no solo principalmente mais superficialmente; o comprimento dos ramos, a quantidade de folhas, a área foliar e a massa seca da parte aérea reduziram; houve aumento da concentração de Na e Cl e redução de K nas folhas; redução das trocas gasosas; prejuízos no número, peso e produtividade de frutos e na sua qualidade. Permitindo concluir que, o aumento da CEa saliniza o solo, aumenta o teor de Na e Cl nas plantas de melão causando redução nas trocas gasosas, no crescimento, na produção e na qualidade dos frutos. Porém, as respostas podem ser diferenciadas de acordo com o híbrido cultivado, como é o caso do Zielo que foi menos impactado negativamente com aumento da CEa.

**Palavra-Chave:** *Cucumis melo* L. Sólidos Solúveis. Trocas gasosas.

## ABSTRACT

Considering that the Brazilian Northeast emerges as a relevant region producing and exporting noble melon to several countries, but vulnerable to the problem of salinization, this study aimed to evaluate biometric, physiological, production and fruit quality characteristics of new hybrids of melon cantaloupe cultivated with different saline waters in the semi-arid region of northeastern Brazil. For this, the experiment was conducted using a drip irrigation system in a randomized design and Split-plot, the main factor (plot) was different levels of irrigation water salinity (ECw): 0.5, 2.0, 3.5 and 5.0 dS.m<sup>-1</sup> and the secondary factor (subplot) two new cantaloupe melon hybrids: Zielo and SV1044. The spatial-temporal evolution of the electrical conductivity of the soil; the biometrics of the plants through evaluation of the stems and leaves; the physiology analysis through ionic concentrations and gas exchange in leaves; fruit production through number, weight and productivity; and fruit quality through size and information about the pulp and peel was evaluated. Thus, it was observed that increasing ECw from 0.5 to 5.0 dS.m<sup>-1</sup> increased soil salts mainly superficially; the stems length, the leaves number, leaf area and dry mass of shoot decreased; there was an increase in the Na and Cl and reduction of K concentration in the leaves; reduction of gas exchange; losses in fruits number, weight, productivity and quality. It is possible to conclude that the increase of ECw salinizes the soil, increases the Na and Cl content in the plants causing reduction in the gas exchange, the growth, the production and the quality of the fruits. However, the responses can be differentiated according to the cultivated hybrid, as is the case of the Zielo that was less impacted with ECw increase. Therefore, it is possible to conclude that the increase of ECw salinizes the soil, increases the Na and Cl content in the melon plants causing reduction in the gas exchange, growth, production and fruit quality. However, the responses can be differentiated according to the cultivated hybrid, as is the case of the Zielo that was less negatively impacted with ECw increase.

**Keywords:** *Cucumis melo* L. Gas Exchange. Soluble Solids.

## INTRODUÇÃO

A produção mundial de melão em 2016 foi de 31 milhões de toneladas tornando-se uma das culturas mais importantes e amplamente cultivada (FAO, 2018). O Brasil tem uma relevante participação no abastecimento de melão para consumo em diversos países,



principalmente os europeus e americanos. O país exporta cerca de 54 tipos diferentes de frutas e o melão ocupa as primeiras colocações nas exportações e vendas, com valores de US\$ 146 milhões em 2016, representando cerca de 15% dos valores de exportação de frutas brasileiras. Em termos de peso líquido, em 2015/2016 foram exportadas 213 mil toneladas de melão, com um crescimento de 7%, comparado ao ano anterior (IBRAF, 2018).

O Nordeste brasileiro desponta como a principal região exportadora de frutas nacionais e a maior produtora de melão com 95,1% da produção total do país. No Brasil, em 2016 a produção de melão atingiu 596 mil toneladas em uma área de 23 mil hectares (FAO, 2018).

O melão do tipo cantaloupe por ser considerado nobre, apresentando polpa salmão com aroma forte e agradável (ALVES et al., 2000) é produzido em escala mundial e no Brasil tem acrescido expressivamente sua área de cultivo, em especial no Nordeste, devido à alta demanda nas exportações, por maior preferência do mercado internacional. Devido ao aumento da área de cultivo para suprir a demanda nas exportações, tem sido observada a inserção constante de novos híbridos sem conhecimentos agronômicos bem definidos em resposta as problemáticas encontradas na região produtora.

A produção de melão na região Nordeste é mais expressiva do que em outras regiões brasileiras devido a condições edafoclimáticas favoráveis e à disponibilidade de mananciais de água (GURGEL et al., 2010). Porém deve ser ressaltado que grande parte dessa região está inserida em uma zona semiárida, em que o clima causa elevada taxa de evaporação em relação a precipitação e regimes irregulares de precipitações. Em adição, os solos com subsolo formado por quase 70% de rochas cristalinas e as águas utilizadas para irrigação são provenientes quase que exclusivamente de poços artesianos ou poços abertos em aquífero com níveis de salinidade elevada, como no caso do aquífero calcário Jandaíra, uma das principais fontes de água para produção de melão na região Nordeste (MEDEIROS et al., 2003).

A salinidade é um dos estresses abióticos que limita mais severamente o crescimento e a produtividade das culturas (MUNSS; TESTER, 2008) devido à redução do potencial hídrico da água, toxicidade de íons e desbalanço nutricional (LACHER, 2006). A intensidade com que esses fatores afetam o crescimento depende do genótipo das plantas e das condições ambientais (SILVEIRA et al., 2016). O baixo potencial da água pode causar adaptações morfológicas e funcionais nas plantas. Adaptações morfológica em plantas incluem redução da área foliar (RICHARDS, 1992) e adaptações funcionais incluem redução da assimilação fotossintética por unidade de área ou mudanças na eficiência de uso da água

(HUNT, 1982). Quaisquer que sejam as adaptações nas atividades das plantas submetidas à salinidade, o resultado é a redução no crescimento e produtividade.

Em função dos fatos explanados, o objetivo desse estudo foi avaliar características biométricas, de trocas gasosas e acúmulo de solutos, de produção e qualidade de frutos de dois novos híbridos de melão do tipo cantaloupe cultivados sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação na região semiárida do nordeste brasileiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização, solo e condições climáticas

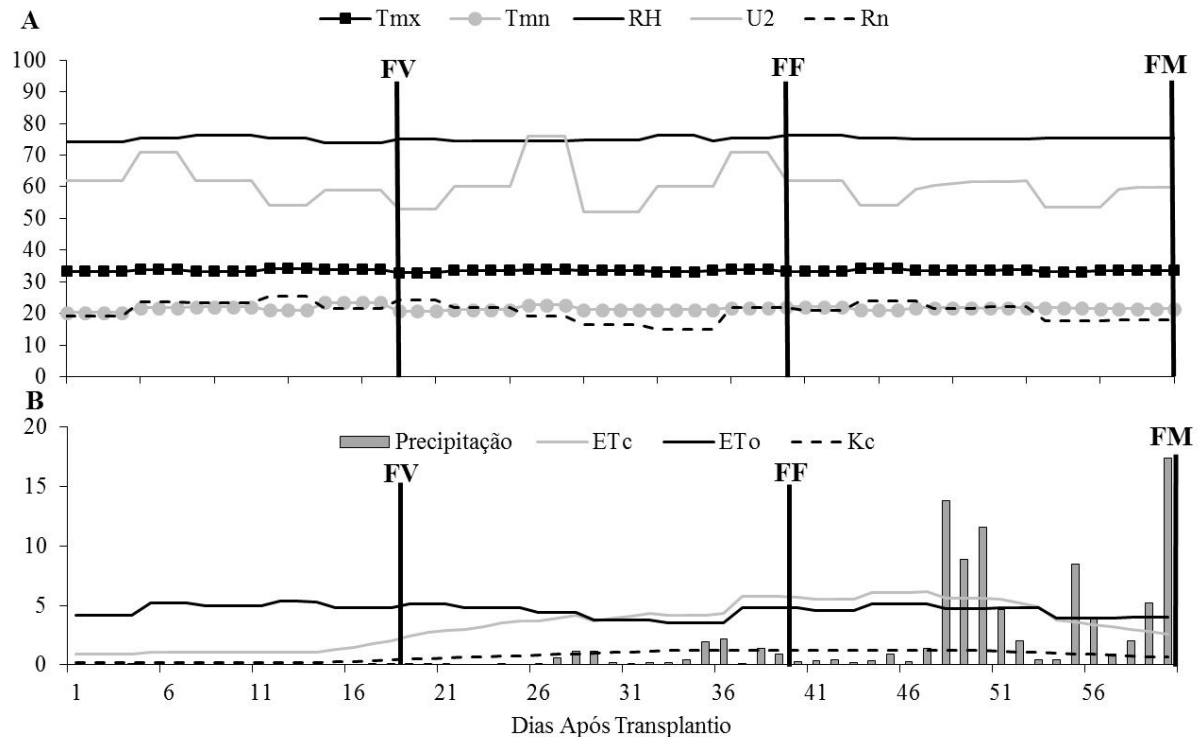
O experimento de campo foi conduzido de novembro de 2015 a janeiro de 2016 na Estação Experimental de Pacajus da Embrapa Agroindústria Tropical, com coordenadas de 4°10'S, 38°27'W e altitude de 60 m, Estado do Ceará, Brasil, em solo classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2013) e com características reportadas na Tabela 1. O clima foi classificado como Aw, definido por Köppen como tropical com chuvas na estação do verão e inverso seco. Foram avaliadas as temperaturas máxima e mínima; umidade relativa do ar; velocidade do vento a 2 m de altura e radiação solar global através de uma estação automática (Figura 1A). A precipitação ao longo do período de avaliação foi quantificada em 100 mm (Figura 1B).

Tabela 1 – Características do solo da área de cultivo

	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	AL <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC	V	P
	H <sub>2</sub> O					.....cmolc.kg <sup>-1</sup> .....				....%....	mg/dm <sup>3</sup>
Camada	6,3	0,4	0,4	0,07	0,13	0,1	1,16	1	2,2	45	7,20
0,0 - 0,3 m	CE	PST	C	N	MO	C/N	Dg	Dp	U-CC	U-PMP	H <sub>2</sub> O
	dS.m <sup>-1</sup>	....%....	.....g.Kg <sup>-1</sup> .....				....g.cm <sup>-1</sup> ....		.....g.100g <sup>-1</sup> .....		
	0,29	3	2,28	0,19	3,93	12	1,76	2,63	2,98	2	0,98

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

Figura 1 – Dados meteorológicos e necessidade hídrica da cultura para o período avaliado. (A): temperatura máxima (Tmx) e mínima (Tmn) em °C, umidade relativa (RH) em %, velocidade do vento a 2 m de altura (U2) em km.dia<sup>-1</sup> e radiação solar global (Rn) em MJ.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. (B): precipitação, evapotranspiração de referência (ETo) e evapotranspiração da cultura (ETc) em mm e coeficiente de cultivo (Kc). Fase vegetativa: FV, fase de frutificação: FF e fase de Maturação: FM.



### Manejo da cultura, irrigação e informações nutricionais

As mudas de meloeiro cantaloupe dos híbridos Ziello e SV1044 foram obtidas a partir do semeio em bandejas de polipropileno de 200 células, contendo substrato comercial Forth Condicionador de Floreiras da Forth Jardim, com capacidade de troca de cátions (CTC) de 23 cmolc.kg<sup>-1</sup> (São Paulo, BR). As mudas foram aclimatadas em casa de vegetação com sistema de irrigação automático do tipo nebulização e transplantadas para a área experimental 10 dias após o semeio quando as mudas apresentaram duas folhas verdadeiras. As soluções salinas foram aplicadas do transplântio até o final do ciclo da cultura.

O solo da área experimental teve seu pH corrigido aplicando calcário dolomítico três semanas antes do plantio, elevando a saturação de base de 45% para 80%. Após a calagem, o solo recebeu duas gradagens leves, erguimento das leiras com 0,8m x 26m e espaçada de dois metros. Um sistema de irrigação por gotejamento foi instalado com uma linha de gotejadores por leira, cobriram-se as leiras com mulching dupla-face preto e prata, com o lado prata para cima. As mudas foram espaçadas na linha de cultivo a cada 0,8 m.

A nutrição das plantas foi realizada mediante adubação de fundação e fertirrigação, baseada na análise de solo concedida pelo Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical (Tabela 1). A distribuição dos nutrientes seguiu o Sistema de Produção de Melão da Embrapa (EMBRAPA, 2016). A adubação de fundação constou da aplicação de  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de fósforo através do superfosfato simples,  $50 \text{ g.m}^{-1}$  de fritas FTE BR-12 como fonte de micronutrientes e fertilizante orgânico de esterco bovino na quantidade de  $20 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ .

A fertirrigação foi realizada três vezes por semana a partir de uma calda de nutrientes preparada em recipiente de 20 L e aplicada por um injetor do tipo Venturi em sistema “by pass”. Os nutrientes utilizados na fertirrigação foram  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de nitrogênio através da ureia e  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de potássio através do cloreto de potássio branco, aplicados do transplântio até a antepenúltima semana de cultivo, semelhante ao manejo adotado pelos produtores.

As águas salinas para irrigação das plantas foram preparadas e armazenadas em diferentes caixas d’água de 5000 L e translocadas até as plantas por um conjunto motobomba de 0,5 CV de potência e tubulações de PVC com diâmetro de  $\frac{3}{4}$ ” para linhas principais e 16 mm para linhas de gotejadores. As linhas de irrigação possuíam gotejadores de água Katif® da Revullis (Minas Gerais, BR) com pressão compensada e vazão de  $5,0 \text{ L.h}^{-1}$  espaçados de 0,8 m, correspondendo a um por planta. A partir dos dados de vazão, foi indicada a eficiência de distribuição da água através do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) com valor de 95,5%.

A necessidade hídrica da cultura foi calculada a partir da planilha eletrônica IrrigaMelão obtida da Embrapa Agroindústria Tropical (e-mail: fabio.miranda@embrapa.br), a qual leva em consideração os dados coletados em uma estação automática para determinação da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) (Figura 1B) segundo metodologia de Penman-Monteith proposta pela FAO (ALLEN et al., 1998). Além da  $ET_0$  citada, consideramos os coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) (Figura 1B) para a cultura do melão determinado de forma específica para condições do Estado do Ceará (MIRANDA et al., 1999). O produto entre a  $ET_0$  e o  $K_c$  determinou a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) (Figura 1B). A irrigação total necessária (ITN) para a cultura do melão, aplicada diariamente, foi determinada pelo produto entre a  $ET_c$  e PAM (porcentagem de área molhada) divididos pelo CUD de 95,5%. O tempo de irrigação foi definido pelo produto entre espaçamento entre gotejadores, espaçamento entre linhas e ITN, divididos pela vazão do gotejador em  $\text{L.h}^{-1}$  (BERNARDO et al., 2008).

## **Delineamento e variáveis analisadas**

A área experimental utilizada comportava linhas de irrigação dispostas de forma inteiramente casualizadas e espaçadas a cada 2 m, em delineamento do tipo parcelas subdivididas, com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando dezesseis parcelas e trinta e duas subparcelas. O fator principal (plot) de ordem quantitativa constou de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa): 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  e cada nível continha quatro linhas de irrigação representando as quatro repetições (16 parcelas). Para obtenção dos níveis 2,0 até 5,0  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  foi utilizada a água de 0,5  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  (controle), com adição de cloreto de sódio NaCl, considerando inicialmente 10 mM de NaCl para obtenção de 1  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  e ajuste com medição com condutivímetro portátil CD-4301 da Lutron (Taipei, TW). O fator secundário (sub-plot) de ordem qualitativa foram dois novos híbridos de melão cantaloupe: Zielo e SV1044, os quais foram dispostos na linha de irrigação no espaçamento 0,8 m representando a subparcela (32 subparcelas). Foram consideradas como plantas de bordadura as plantas que se encontravam no início e no final da subparcela, além das linhas de irrigação das extremidades da área. A área útil para análise das variáveis respostas foram as 11 plantas centrais de cada subparcela.

Foram analisadas as variáveis de salinidade do solo, biometria e fisiologia das plantas em três diferentes épocas de cultivo: fase vegetativa - FV (19 dias após transplântio – DAT), fase de frutificação - FF (40 DAT) e fase de maturação - FM (61 DAT), com exceção das trocas gasosas e eficiência instantânea de uso da água que foram analisadas somente na fase vegetativa e de maturação. As variáveis de produção e qualidade dos frutos foram analisadas ao final do ciclo.

A avaliação da salinidade do solo foi observada a partir da evolução espaço-temporal dos valores de condutividade elétrica do solo (CEs), mensurada pelo contato direto do condutivímetro portátil W.E.T (Sensor type WET-1) com a pasta saturada. As amostras foram coletadas em cada parcela com um trado de solo do tipo sonda TS-100 à esquerda e à direita no sentido perpendicular da linha de plantas, nas distâncias de 10, 20, 30 e 40 cm e nas camadas de 0-15, 15-30 e 30-45 cm de profundidade.

As variáveis para avaliação biométrica das plantas foram: comprimento dos ramos (CR), diâmetro dos ramos (DR), número de folhas (NF), área foliar (AF) usando um integrador fotoelétrico (LI-3000 LICOR) e massa seca da parte aérea (MSA) considerando a soma da matéria de folhas e ramos.

As variáveis para avaliação fisiológica das plantas foram as trocas gasosas: assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (gs), transpiração foliar (E) e eficiência instantânea de uso da água (EUA<sub>i</sub> = A/E) com o auxílio de um analisador de gás no infravermelho – IRGA (LCpro, ADC, Hoddesdon, UK), medidas em folhas maduras do ramo primário, no período das 10h00min às 11h00min da manhã e teores de açúcares solúveis totais (AST), concentração iônica de potássio (K), sódio (Na) e cloreto (Cl) em folhas. As folhas foram secas e posteriormente foi preparado um extrato na proporção de 1g de matéria seca para 50 mL de água, e a partir desse extrato os AST foram determinados pelo método preconizado por Dubois et al. (1956), os íons K e Na por fotometria de chama e o íon Cl por espectrofotometria de absorção molecular segundo metodologia de Gaines et al. (1984).

As variáveis para avaliação da produção e qualidade dos frutos foram: número de frutos por planta (NF), peso médio dos frutos (PF), produtividade de frutos (Prod), diâmetro longitudinal (DL) e equatorial (DE) do fruto, espessura da polpa (EPol), espessura da casca (ECas), firmeza da polpa (FPol) usando um penetrômetro com pluger de ponta cônica inserido na região mediana comestível, sólidos solúveis (SS) usando um refratômetro digital, açúcares solúveis totais (AST), sacarose (Sac), frutose (Fru) e glicose (Gli). Os mono e dissacarídeos foram quantificados por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) em um Shimadzu RID-10A (Quioto, JP), com detecção de índice de refração, coluna de Ca<sup>2+</sup> da Supelco, fase líquida isocrática constituída de água com fluxo de 0,5 ml.min<sup>-1</sup>.

### **Análises estatísticas**

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) dos dados utilizando o teste F e considerando o delineamento de tratamento do tipo parcelas subdivididas a partir dos fatores salinidade da água (CEa) e híbridos de cantaloupe (Hib). Mediante o efeito significativo na ANOVA, o fator CEa, de natureza quantitativa, foi submetido à análise de regressão linear e quadrática, com o objetivo de encontrar a equação que melhor descrevesse a relação entre as variáveis e os tratamentos. O fator híbrido, de natureza qualitativa, foi submetido ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram executadas com o auxílio do software estatístico SISVAR e para elaboração dos gráficos de isolinhas e gradiente de coloração referentes a evolução espaço-temporal da CEa foi utilizado o software SURFER 8.0.

## RESULTADOS

### Salinidade do solo

Através do gradiente de coloração e valores de isolinhas da condutividade elétrica do solo (CEs) para os diferentes níveis de condutividade elétrica da água (CEa) e diferentes fases de cultivo (FV, FF e FM), podemos observar a evolução espaço-temporal da concentração de sais a partir do ponto onde o gotejador foi inserido (10 cm da planta) (Figura 2).

Uma espécie de “bulbo” de CEs, semelhante ao bulbo úmido de distribuição da água, foi formado a partir das camadas mais superficiais até as camadas mais profundas e independente do tratamento salino abordado, foi observado que nas três fases de avaliação esse bulbo apresentou uma forma radial de concentração, em que a CEs decresceu do centro, ponto onde o gotejador estava inserido, para as extremidades desse bulbo (Figura 2).

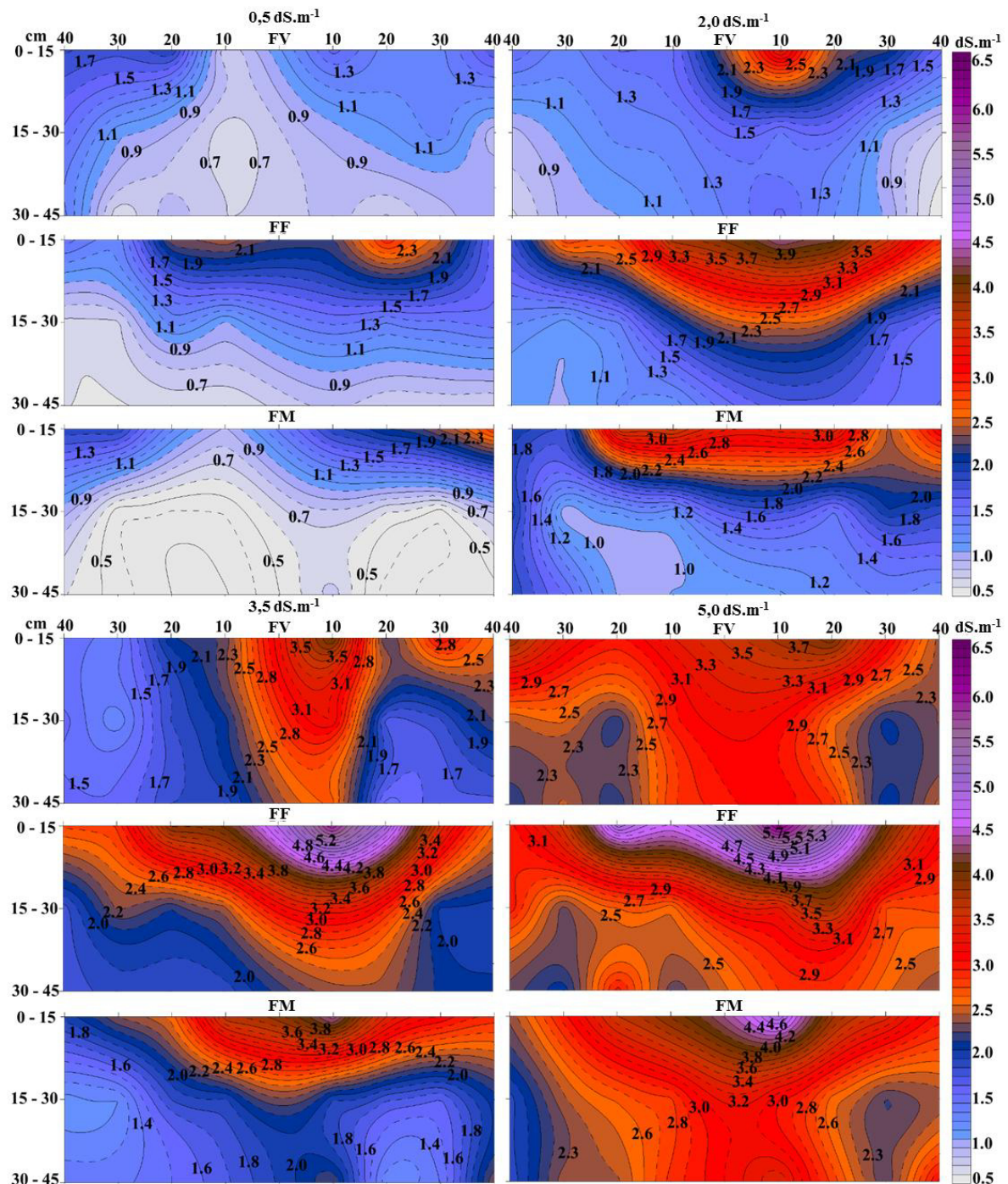
Houve um aumento da CEs, conseqüentemente de sais, proporcional ao aumento do nível de CEa e independente da fase de avaliação; as camadas mais superficiais concentraram maior quantidade de sais quando comparadas às camadas mais profundas, principalmente nas distâncias mais próximas da planta (Figura 2). Houve um aumento da concentração dos sais da fase vegetativa para a fase de frutificação e na fase de frutificação o bulbo de CEs apresentou-se mais largo quando comparado à fase anterior. O comportamento da evolução espacial dos sais entre a fase de frutificação e a fase de maturação apresentou uma regressão do tamanho do bulbo de CEs das camadas mais profundas para as mais superficiais (Figura 2).

Ao final do ciclo, as amostras coletadas na camada de 0-45 cm apresentaram valores de CEs em relação a CEa igual a:  $CEs = 0,58CEa + 0,85$ , com  $r^2$  de 0,9985.

### Acúmulo de solutos

Os híbridos responderam de forma isolada em resposta ao aumento da CEa, havendo interação entre os fatores apenas para o teor de açúcares solúveis totais (AST) na fase de frutificação (Figura 3B) e para a concentração iônica de sódio nas folhas (Na) na fase de maturação (Figura 3K).

Figura 2 – Evolução espaço-temporal da condutividade elétrica do solo (CEs) em detrimento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa): 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>, e fases de cultivo: fase vegetativa (FV), fase de frutificação (FF) e fase de maturação (FM).

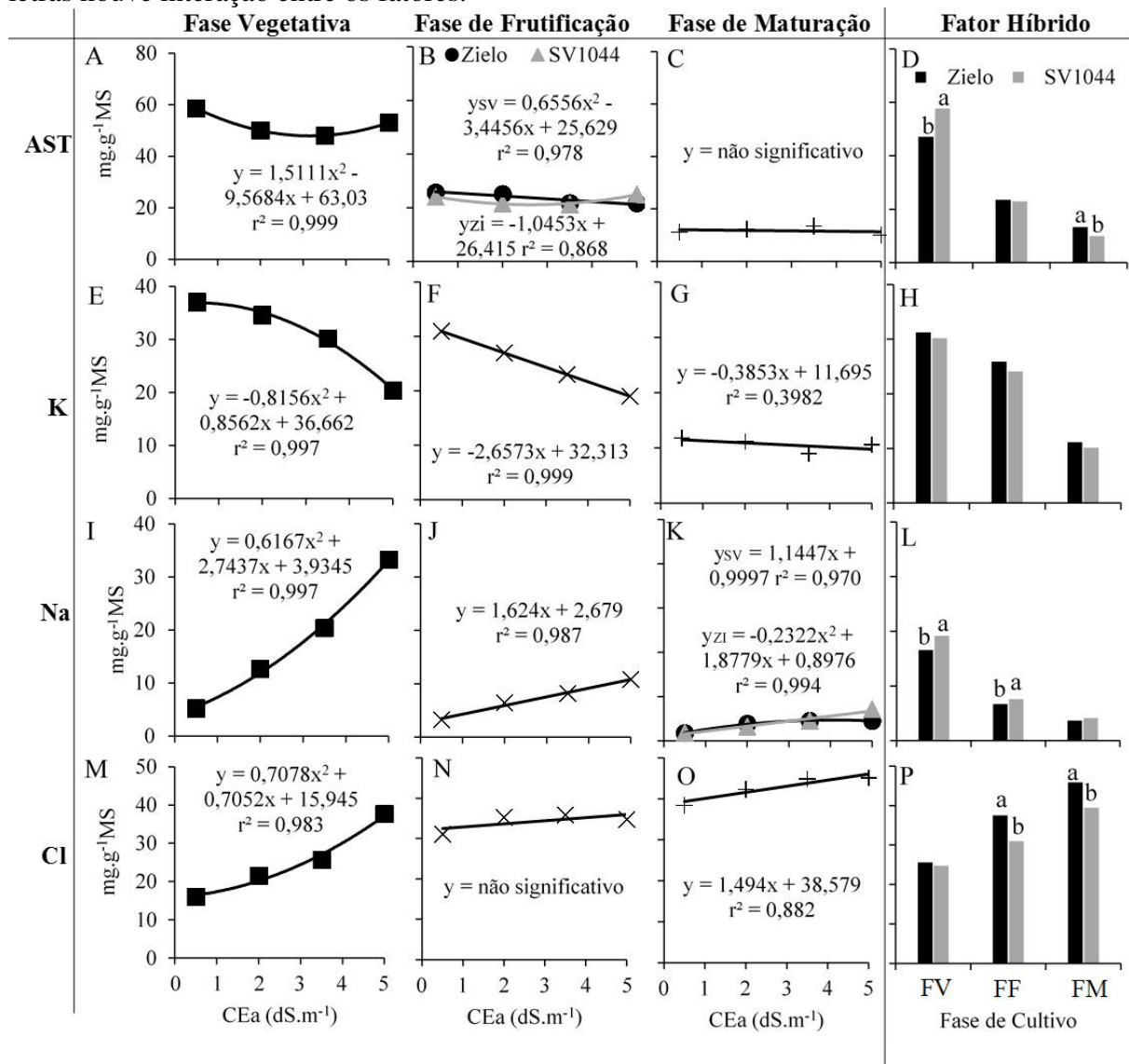


Na fase vegetativa de cultivo enquanto as variáveis de AST, concentração iônica de potássio nas folhas (K), responderam de forma inversamente proporcional ao aumento da CEa (Figura 3A, E), o teor de Na e Cl nas folhas responderam de forma proporcional (Figura 3I, M). O híbrido SV1044, independente da CEa, apresentou uma maior concentração de AST e teor de Na nas folhas em relação ao Zielo (Figura 3D, L).



Para a fase mencionada o teor de AST independente do híbrido em questão decresceu até a salinidade de  $3,17 \text{ dS.m}^{-1}$ , a partir desse ponto aumentou a concentração (Figura 3A). Em relação ao teor de K o decréscimo foi de 45% entre o menor e maior nível de CEa abordado (Figura 3E) já os teores de Na e Cl aumentaram em 538 e 135%, respectivamente entre o menor e o maior nível de CEa (Figura 3I, M).

Figura 3 – Teor de solutos orgânico e inorgânicos nas plantas. Cada linha de gráficos está representada pelas variáveis respostas e cada coluna de gráficos está representada pelas fases de cultivo e pelo fator híbrido isoladamente. Variáveis: açúcares solúveis totais – AST (A, B, C, D), concentração iônica de potássio – K (E, F, G, H), de sódio – Na (I, J, K, L) e de cloro – Cl (M, N, O, P). Fases de cultivo: fase vegetativa – FV, fase de frutificação – FF e fase de maturação – FM. Fator CEa: 0,5; 2,0; 3,5 e  $5,0 \text{ dS.m}^{-1}$ . Fator híbrido: Ziolo – ZI e SV1044 – SV. Valores seguidos de diferentes letras são significativamente diferentes a  $P \leq 0,05$ , e sem letras houve interação entre os fatores.



Na fase de frutificação, o teor de Na continuou superior nas folhas do híbrido SV1044 em relação ao Zielo (Figura 3L) independentemente da CEa. Já o teor de AST do SV1044 só continuou superior em relação ao Zielo a partir da salinidade de  $3,96 \text{ dS.m}^{-1}$  (Figura 3B). A tendência do teor de K e Na foi a mesma da fase anterior, porém com redução em proporções menos acentuadas, o teor de K decresceu apenas 39% (Figura 3F) e o acréscimo do teor de Na foi de 222% (Figura 3J). O teor de Cl se manteve constante entre os níveis salinos com média de  $34,26 \text{ mg.g}^{-1}\text{MS}$  (Figura 3N).

Na fase de maturação, independentemente da CEa, as concentrações de AST foram as mesmas com uma média de  $11,65 \text{ mg.g}^{-1}\text{MS}$  (Figura 3C), entretanto as plantas do híbrido Zielo apresentaram maior teor em relação ao SV1044 (Figura 3D). O teor de K decresceu em proporções menores em relação as fases anteriores, apenas 10% e o teor de Cl aumentou em apenas 17% ao comparar os níveis de CEa extremos. Para o teor de Na até a salinidade de  $3,0 \text{ dS.m}^{-1}$  os valores foram aproximados entre os híbridos, a partir desse valor no híbrido SV1044 continuou o aumento da concentração enquanto no híbrido Zielo a concentração estabilizou (Figura 3K).

### **Biometria das plantas**

Foi observado que na fase vegetativa houve uma maior interação entre os fatores CEa e híbridos, ou seja, o fator CEa influenciou de forma diferenciada cada um dos híbridos avaliados (Figura 4A, I, M, Q).

Com exceção do diâmetro do ramo (Figura 4E), em que os híbridos foram impactados negativamente pela CEa na mesma proporção, para as demais variáveis biométricas o aumento da CEa ocasionou um impacto negativo mais acentuado ao híbrido SV1044 em relação ao híbrido Zielo. Embora na média dos tratamentos de irrigação não tenha havido diferenciação entre os híbridos para nenhum das variáveis analisadas na fase vegetativa, (Figura 4D, H, L, P, T), a interação entre os fatores indicou que o híbrido SV1044 apresentou valores inferiores em relação ao Zielo para CR, NF, AF e MSA a partir de  $3,74$ ;  $3,90$ ;  $4,19$  e  $3,86 \text{ dS.m}^{-1}$ , respectivamente.

Na fase citada acima o decréscimo entre o menor nível de CEa ( $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$ ) e o maior ( $5,0 \text{ dS.m}^{-1}$ ) para a variável de comprimento do ramo (CR) foi de 84% para o SV1044 e 71% para o Zielo (Figura 4A). Analisando da mesma forma a variável número de folhas (NF) foi observada uma redução de 73% e 62% para os híbridos SV1044 e Zielo, respectivamente (Figura 4I). O decréscimo na área foliar (AF) foi de 88% e 83% (Figura 4M) e na massa seca

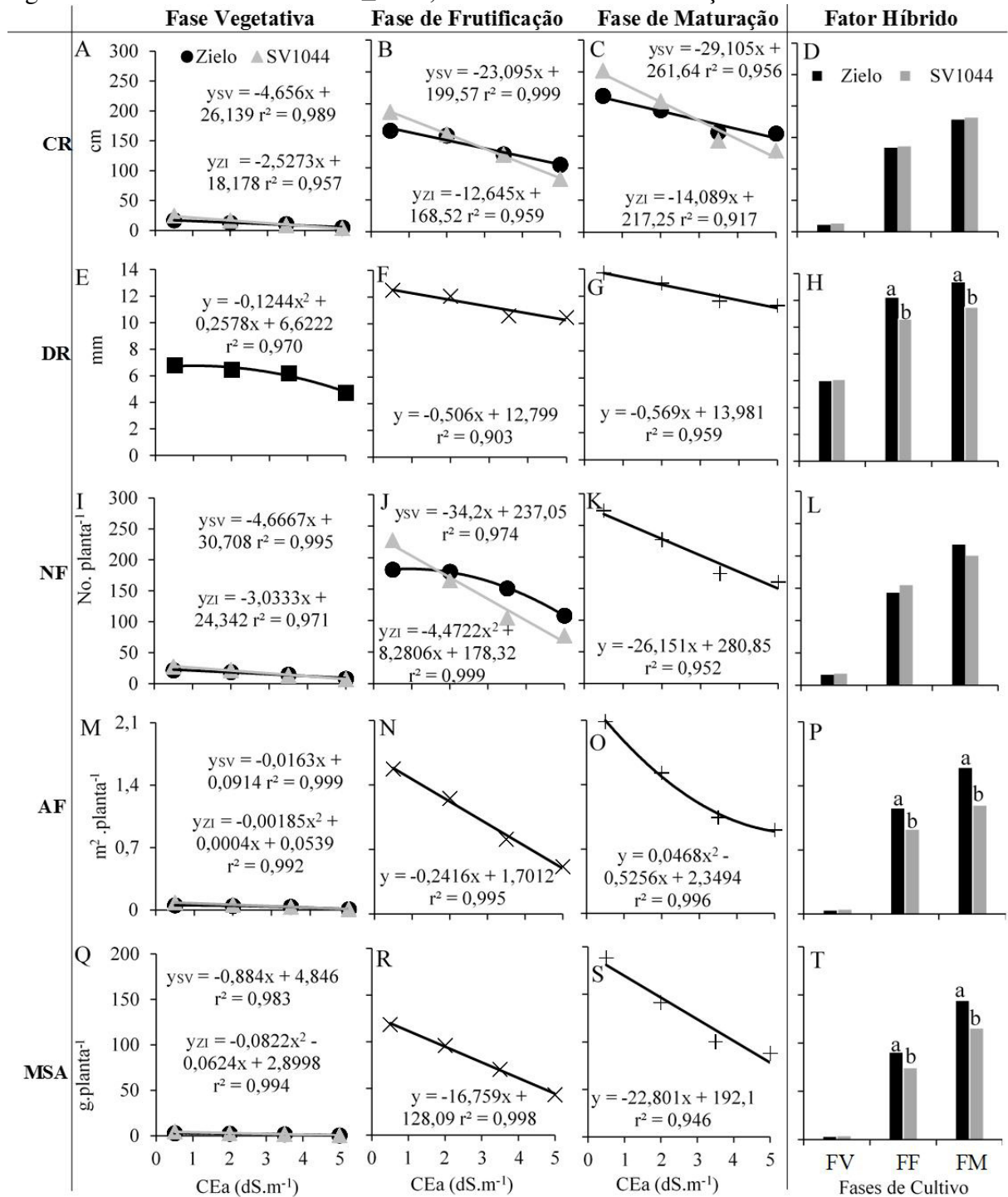
da parte aérea (MSA) foi de 89% e 83% para os híbridos SV1044 e Zielo, respectivamente (Figura 4Q). Para a variável de diâmetro do ramo (DR) os dois híbridos tiveram redução a partir da salinidade de  $1,03 \text{ dS.m}^{-1}$  (Figura 4E).

Na fase de frutificação, apenas as variáveis CR e NF continuaram com o comportamento diferenciado da salinidade para cada híbrido. Nessas, o híbrido SV1044 continuou com reduções mais acentuadas em relação ao Zielo com o aumento da CEa. O decréscimo para CR foi de 56% e 34% (Figura 4B) e para NF foi de 66% e 40% (Figura 4J), respectivamente. O híbrido SV1044 apresentou valores inferiores ao Zielo para CR e NF a partir de  $2,97$  e  $1,68 \text{ dS.m}^{-1}$ , respectivamente. Para as demais variáveis não houve interação e a CEa causou decréscimo proporcional aos dois híbridos, a redução impactada pelo aumento do nível de CEa foi de 16% para o DR (Figura 4F), de 67% para a AF (Figura 4N) e de 64% para MSA (Figura 4R). O híbrido Zielo independente da CEa apresentou maiores valores em relação ao SV1044, com 15% para o DR (Figura 4H), 25% para AF (Figura 4P) e 22% para MSA (Figura 4T).

Ao final do ciclo, na fase de maturação, apenas o CR continuou com interação entre os fatores, mantendo a mesma tendência observada nas fases anteriores, em que o híbrido SV1044 foi impactado mais negativamente do que o Zielo. A redução no CR foi de 11,02% e 6,15% por aumento unitário de CEa para o SV1044 e Zielo, respectivamente (Figura 4C). Para as demais variáveis na fase de maturação o fator CEa influenciou os dois híbridos da mesma forma, ocasionando valores decrescentes à medida que foi aumentada a CEa. A redução para DR, NF, AF e MSA foi de 3,89; 9,16; 12,5 e 11,8%; respectivamente (Figura 4G, K, O, S). Independentemente do nível de CEa, o híbrido Zielo apresentou valores superiores ao SV1044 para DR, AF e MSA de 16%, 35% e 25%, respectivamente (Figura 4H, P, T), excetuando a variável NF onde os dois híbridos apresentaram médias estatísticas semelhantes (Figura 4L).

Analisando o incremento de carbono ao longo das épocas foi notado que da fase vegetativa para a fase de frutificação o incremento vegetativo nos híbridos foi mais acentuado do que da fase de frutificação para a fase de maturação independentemente do nível salino avaliado (Figura 4D, H, L, P, T), devendo ser ressaltado que o espaço temporal entre as épocas era equivalente, 21 dias.

Figura 4 – Biometria das plantas. Cada linha de gráficos está representada pelas variáveis respostas e cada coluna de gráficos está representada pelas fases de cultivo e pelo fator híbrido isolado. Variáveis: Comprimento dos ramos – CR (A, B, C e D), diâmetro do dos ramos – DR (E, F, G e H), número de folhas – NF (I, J, K e L), área foliar – AF (M, N, O e P) e massa seca da parte aérea – MSA (Q, R, S e T). Fases de cultivo: fase vegetativa - FV, fase de frutificação - FF e fase de maturação – FM. Fator CEa: 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>. Fator híbrido: Ziello – ZI e SV1044 – SV. Valores seguidos de diferentes letras são significativamente diferentes a P ≤ 0,05, e sem letras houve interação entre os fatores.



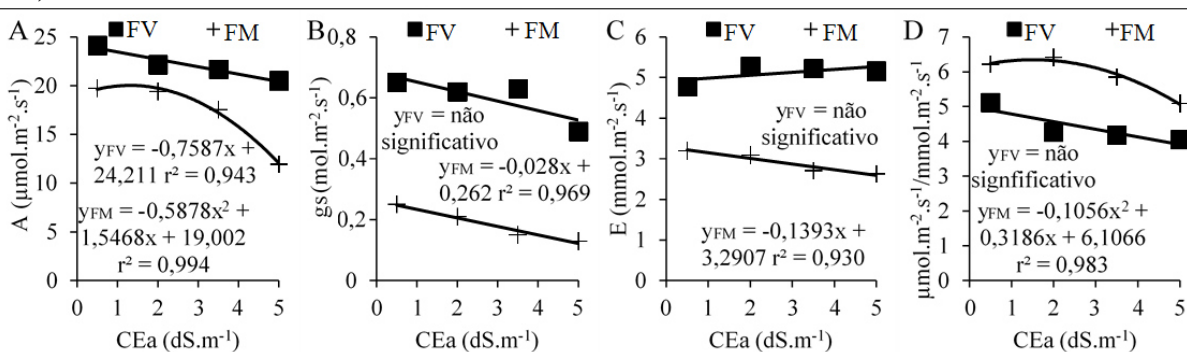
## Trocas gasosas

Para todas as variáveis de trocas gasosas, não houve interação entre os fatores para qualquer das fases analisadas, nem efeito significativo para o fator híbrido isoladamente (Figura 5).

Na fase vegetativa de cultivo apenas a assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) respondeu de forma inversamente proporcional ao aumento da CEa com decréscimo do 15% entre os valores extremos de CEa abordados, passando de 24,1 para 20,5 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> (Figura 5A). Para as demais variáveis de trocas gasosas: condutância estomática (gs), transpiração foliar (E) e eficiência instantânea de uso da água (EUAi) não houve diferenciação entre os níveis de CEa com valores médios de 0,60 mol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>, 5,11 mmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> e 4,4 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>/mmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 5B, C, D).

Na fase de maturação, as variáveis de trocas gasosas e EUAi foram influenciadas significativamente pela CEa. Enquanto o decréscimo da assimilação líquida de CO<sub>2</sub> no início do cultivo foi de 15%, ao final foi de 41%, porém o decréscimo foi observado apenas a partir da CEa de 1,31 dS.m<sup>-1</sup> (Figura 5A). Para as variáveis gs, E e EUAi, que inicialmente se mantiveram constantes, na fase de maturação decresceram 48, 19 e 20%, respectivamente (Figura 5B, C e D).

Figura 5 – Trocas gasosas das plantas, assimilação líquida de CO<sub>2</sub> – A (A), condutância estomática – gs (B), transpiração foliar – E (C) e eficiência instantânea de uso da água – EUAi (D). Fases de cultivo: fase vegetativa – FV e fase de maturação – FM. Fator CEa: 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>.



## Produção e qualidade dos frutos

A CEa influenciou os híbridos de forma diferenciada, com interação para todas as variáveis de produção: número de frutos por planta (NFr), peso médio dos frutos (PF) e

produtividade (Prod). À medida que se aumentou a CEa o decréscimo do NFr para o híbrido SV1044 foi mais significativo do que para o Zielo. Enquanto o decréscimo do NFr para o híbrido Zielo iniciou a partir de  $1,45 \text{ dS.m}^{-1}$  seguindo de um decréscimo gradativo, para o híbrido SV1044 houve decréscimo quadrático do nível 0,5 até  $4,2 \text{ dS.m}^{-1}$ . O fato das equações de regressões polinomiais apresentarem os coeficientes quadráticos  $a < 0$  para o Zielo e  $a > 0$  para o SV1044 infere um decréscimo diferenciado para o NFr entre os híbridos e uma maior influência negativa da CEa no híbrido SV1044 (Figura 6A).

O híbrido Zielo apresentou frutos com menor peso em relação ao SV1044 quando cultivados com água de boa qualidade, 1300 g e 1700 g, respectivamente. Para o PF, o híbrido SV1044 apresentou, com o aumento da CEa, um decréscimo mais significativo do que o Zielo, com perda de 815 g ou 48% entre o menor nível e maior nível de CEa, já as perdas do Zielo foram de 434 g ou 34% (Figura 6B).

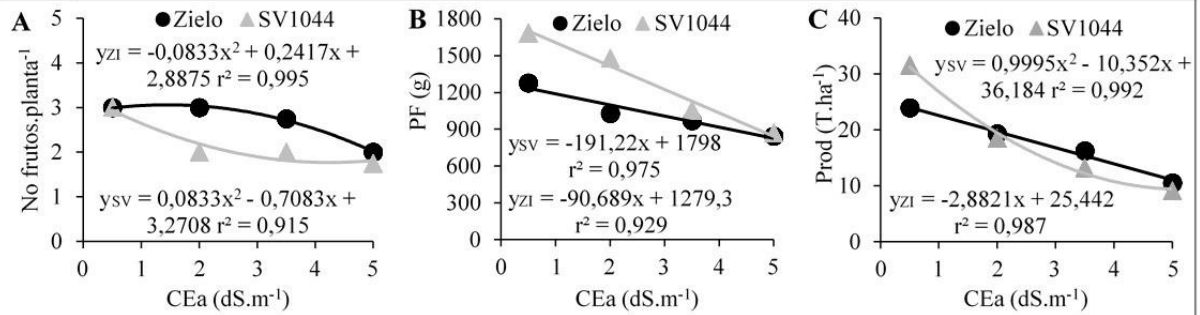
A produtividade final dos dois híbridos apresentou decréscimo com o aumento da CEa. Para o híbrido Zielo a redução foi linear com diminuição de 56 % entre o menor e maior nível de CEa abordado e para o SV1044 foi quadrática, com redução de 70,3 %. Com isso o Zielo apresentou uma redução de 12,4% e o SV1044 de 16,1% para cada aumento unitário da CEa. O ponto de interceptação entre as duas equações indica que o híbrido SV1044 passou a ter uma menor produtividade em relação ao Zielo a partir da salinidade de  $1,94 \text{ dS.m}^{-1}$  (Figura 6C).

Como as equações de regressão da produtividade dos híbridos em função da CEa não se adequaram ao modelo de utilização da salinidade limiar proposta por Mass e Hoffman (1977) a tolerância a salinidade dos híbridos foi considerada a partir da redução máxima de 20% da produtividade como proposta por Fageria (1985). Com isso podemos considerar que o híbrido Zielo tolerou uma CEa de até  $2,18 \text{ dS.m}^{-1}$  ( $\text{CEs} = 2,11 \text{ dS.m}^{-1}$ ) enquanto o híbrido SV1044 tolerou até  $1,19 \text{ dS.m}^{-1}$  ( $\text{CEs} = 1,54 \text{ dS.m}^{-1}$ ).

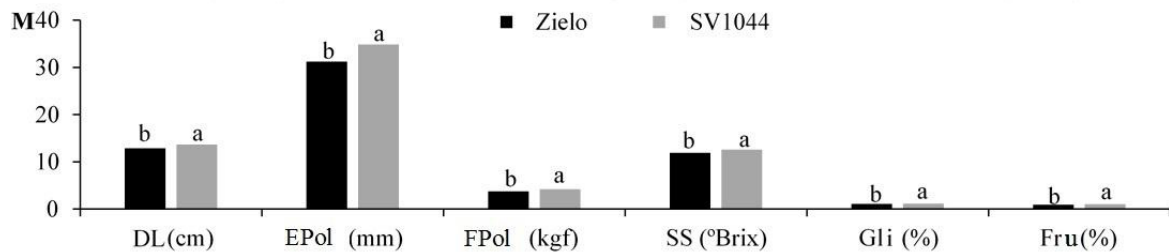
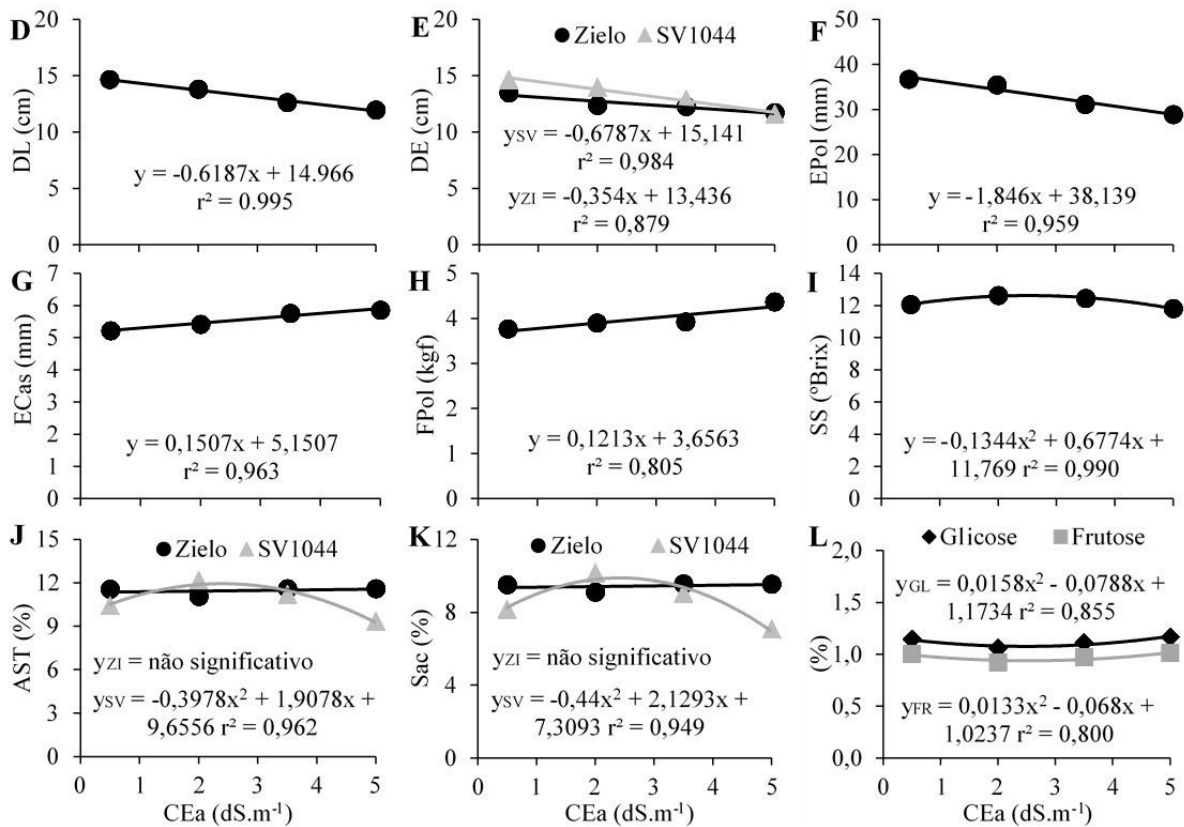
Para uma avaliação mais complexa dos frutos, além das variáveis de produção, foram avaliadas variáveis que indicassem qualidade. Observou-se que o fator CEa influenciou significativamente todas as variáveis indicativas de qualidade, ora de forma isolada como no diâmetro longitudinal (DL), espessura da polpa (EPol), espessura da casca (ECas), firmeza da polpa (FPol), sólidos solúveis (SS), glicose (Gli) e frutose (Fru) (Figura 6D, F, G, H, I, L), ora interagindo com o fator híbrido como no diâmetro equatorial (DE), açúcares solúveis totais (AST) e sacarose (Sac) (Figura 6E, J, K). Para o fator híbrido isoladamente houve diferenciação estatística para as variáveis de DL, EPol, FPol, SS, Gli e Fru (Figura 6M).

Figura 6 – Produção e qualidade dos frutos. Variáveis de produção: número de frutos por planta (A), peso médio dos frutos – PF (B), produtividade – Prod (C). Variáveis de qualidade: diâmetro longitudinal – DL (D), diâmetro equatorial – DE (E), espessura da polpa – EPol (F), espessura da casca – ECas (G), firmeza da polpa – FPol (H), sólidos solúveis – SS (I), açúcares solúveis totais – AST (J), sacarose – Sac (K), glicose – Gli e frutose – Fru (L). Fator híbrido (M): Zierlo – ZI e SV1044 – SV. Valores seguidos de letras diferentes são significativamente diferentes à  $P \leq 0.05$ .

#### Produção de Frutos



#### Qualidade de Frutos





A influência da CEa interagindo com os híbridos mostrou mais uma vez que o híbrido SV1044 foi impactado mais negativamente com o aumento da CEa. O decréscimo do DE do fruto do híbrido SV1044 foi de 4,5% para cada aumento unitário de CEa, para o Zielo foi de apenas 2,6% (Figura 6E). Para as outras variáveis, os valores de AST e Sac se mantiveram constantes para o híbrido Zielo enquanto para o híbrido SV1044 houve acréscimo até CEa de aproximadamente 2,4 dS.m<sup>-1</sup> a partir desse valor houve decréscimo (Figura 6J, K).

O fator CEa isoladamente indicou que as únicas variáveis que aumentaram proporcionalmente com o aumento da CEa foram ECas e FPol. A ECas aumentou em 13,5% (Figura 6G) e a FPol em 16% (Figura 6H) quando se comparou os níveis extremos de CEa (0,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup>). As variáveis DL e EPol tiveram comportamento inversamente proporcional ao aumento da CEa com redução de 18,4 e 21,3%, respectivamente analisando as CEa extremas (Figura 6D, F). Além do comportamento proporcional e inversamente proporcional de forma linear com o aumento da CEa, outras variáveis apresentaram comportamento quadrático, como no caso dos SS e dos monossacarídeos Gli e Fru, porém o comportamento equacional de SS foi inverso ao dos monossacarídeos. Enquanto o teor de SS se elevou ao máximo até a salinidade 2,52 dS.m<sup>-1</sup>, com 12,6 °Brix (Figura 6I), a porcentagem de Gli e Fru decresceram até o mínimo em 2,49 e 2,55 dS.m<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 6L).

O comportamento dos híbridos de forma independente da salinidade, mostrou que o SV1044 apresentou valores superiores ao Zielo e as porcentagens superiores para DL, EPol, FPol, SS, Gli e Fru foram 6,3; 11,5; 11,9; 5,9; 4,6 e 12%, respectivamente (Figura 6M).

## DISCUSSÃO

Os elevados valores de CEs mais superficiais e próximos a planta estão associados as elevadas concentrações de ions nessa região devido a alta frequência de irrigação e fertirrigação.

O acréscimo no teor de sais entre as duas primeiras fases de cultivo e um bulbo mais largo pode ser explicado pelo acréscimo da lâmina de irrigação entre essas fases, considerando que no período entre elas o coeficiente de cultivo da cultura (Kc) determina um acréscimo linear na quantidade de água a ser aplicada. Já a redução entre as duas últimas fases está associada a presença de precipitação principalmente dias antes da coleta representativa da última fase.

Selim et al. (2013) encontraram valores de distribuição de CEs similar aqueles reportados neste estudo. Ainda em concordância com esse estudo, Huang et al. (2012), Porto



Filho et al. (2011), Tedeschi et al. (2017) e Tedeschi et al. (2011) verificaram acúmulo de sais no solo proporcional ao aumento na CEa para a cultura do melão. Corroborando ainda conosco, Porto Filho et al. (2011) e Tedeschi et al. (2011) observaram uma maior concentração de sais em camada mais superficial em detrimento de camadas mais profundas, entretanto Huang et al. (2012) e Tedeschi et al. (2017) observaram comportamento contrário a isso, todavia, deve ser ressaltado que esses últimos autores aplicaram a água de irrigação por superfície. Porto Filho et al. (2011) e Tedeschi et al. (2011) também observaram acréscimo no teor de sais nas camadas de solos entre as fases vegetativa e de frutificação.

A redução nos valores absolutos das variáveis biométricas na cultura do melão em função da salinidade está associada aos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais decorrentes do acúmulo de sais na planta, principalmente o Na e Cl, que afetam a assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, ocasionando inibição da expansão foliar e reduzindo conseqüentemente a área destinada ao processo fotossintético e à produção total de fotoassimilados (LACHER, 2006; MUNNS, 2002). Alguns estudos mostraram que as plantas com maior tolerância ao sal apresentam menos inibição do crescimento e têm taxa de crescimento e produção de biomassa relativamente maiores do que as sensíveis (GEILFUS et al., 2010; AHMED et al., 2013).

Para alguns autores a redução da área foliar é um mecanismo adaptativo de plantas cultivadas em condições de excesso de sais e estresse hídrico, visto que, sob tais condições, é interessante a redução na transpiração e, conseqüentemente, diminuição do carregamento dos íons Na e Cl no xilema e concomitante conservação de água nos tecidos das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Desta forma, a inibição na expansão do limbo foliar é uma característica comum em plantas submetidas ao estresse, e os efeitos deletérios têm sido observados por diversos autores na cultura do melão (ARAGÃO et al., 2009; DIAS et al., 2010; MEDEIROS et al., 2012, MEDEIROS et al., 2007). Corroborando ainda com esse estudo, Tedeschi et al. (2011) encontraram redução no número de folhas quando se elevou a salinidade da água. Aragão et al. (2009), Freitas et al. (2014) e Medeiros et al. (2007) observaram diminuição da massa seca entre 12 e 14% para cada aumento unitário de CEa.

Em relação ao incremento de carbono entre as fases, o aumento expressivo das variáveis biométricas até próximo da fase de frutificação e posterior redução considerável no ritmo de crescimento está associado ao retardo na multiplicação celular em tecidos vegetativos em detrimento da produção significativamente mais elevada de células em outras partes da planta, como nos frutos.

Na fase inicial de cultivo a concentração iônica de Na e Cl nas folhas foi mais acentuada com o aumento da CEa pelo fato das plantas estarem transpirando de forma

equivalente independente da CEa, ou seja, as plantas cultivadas a 0,5 e 5,0 dS.m<sup>-1</sup> transpiravam igualmente e a tendência foi absorver mais íons de Na e Cl quando cultivadas com águas mais salinas. A absorção desses íons afetou negativamente a assimilação de CO<sub>2</sub> e a produção de açúcares, assim como causou uma menor absorção de K mediante a competição com o Na pelo mesmo sítio de absorção nas raízes (KAWASAKI et al., 1983). Ao final do ciclo como a exposição a salinidade já estava prolongada as plantas passaram a sofrer consequências na condutância estomática e na transpiração foliar, possivelmente na tentativa de absorver menos íons de Na e Cl e manter água no interior das células. A redução da condutância estomática pode ter sido reforçada ainda pela redução do K, tendo em vista que a abertura estomática é mediada por esse íon.

Com as mudanças na relação fonte-dreno entre as fases, fica evidente que a redução dos teores de açúcares nas folhas entre as fases é proveniente da elevada demanda dos drenos mais fortes que vão surgindo, tais como flores e botões florais na fase de frutificação, e demanda mais intensa para o enchimento dos frutos na fase de maturação.

Assim como o encontrado no presente estudo, Lúcio et al. (2013) e Tedeschi et al. (2017) observaram aumento do teor dos íons de Na e Cl nas folhas à medida que elevaram o nível da salinidade. Del Amor et al. (1999) e Navarro et al. (2000) observaram decréscimo no teor de K com elevação da CEa.

As reduções nas trocas gasosas em função da salinidade têm sido verificadas por diversos autores (LÚCIO et al., 2013; BEZERRA et al., 2005; SILVA et al., 2011), e têm sido atribuídas a causas estomáticas e não estomáticas associadas a efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas e pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura, gerando assim distúrbio fisiológico na planta e comprometendo essas variáveis (LARCHER, 2006). Essa redução pode ser moldada pelo nível de estresse a que foi submetido a planta (FERNANDES et al., 2010; STEPIEN; KLOBUS, 2006).

Corroborando com resultados aqui observados, del Amor et al. (1999) e Tedeschi et al. (2011) encontraram uma significativa redução no número de frutos e peso médio dos frutos ao elevar a CEa. Freitas et al. (2014) encontraram um decréscimo de 11% e Melo et al. (2011) de 16% na produtividade de melão Orange Flesh e Gália, respectivamente por cada unidade acrescida de CEa. Huang et al. (2012) observaram que a tolerância da cultivar estudada por eles foi até 2,7 dS.m<sup>-1</sup> e a partir desse valor houve decréscimo de 12,7% por unidade aumentada de CEs. Da mesma forma, Tedeschi et al. (2011), cultivando o melão na região do mediterrâneo, observaram que a salinidade tolerada foi de 1,73 dS.m<sup>-1</sup> e a partir desse valor houve decréscimo de 14% por unidade aumentada de CEs.

O aumento de frutos fixados por planta induz à competição por assimilados entre drenos e leva a diminuição do peso individual de fruto e do teor de sólidos solúveis totais da polpa de melões Cantaloupe (VALANTIN et al., 2006), e tais fatos foram observados nesse estudo quando analisado o número de frutos e o peso médio dos frutos entre os híbridos Zielo e SV1044. Segundo Fagan et al. (2006), quando se aumenta o número de frutos de melão por planta a demanda dos frutos por fotoassimilados se eleva instalando-se forte competição entre frutos, afetando o crescimento

Sobre a qualidade dos frutos, Sandri et al. (2007) afirma que a casca mais espessa nos frutos ocorre para evitar perda de água e aumentar a vida útil do fruto, além de dar maior resistência a choques mecânicos, porém representa perda da parte comestível. Possivelmente o aumento da espessura da casca ocorreu na tentativa de manter a água no fruto em função da pouca oferta em níveis mais elevados de CEa. Uma outra vertente para isso é que possivelmente a polpa não teve seu amadurecimento completamente expandido apresentando assim uma casca ainda bastante espessa na extremidade do fruto. Botía et al. (2005) observaram que ao elevar os níveis de CEa a firmeza da polpa do melão aumentou de forma diretamente proporcional. A firmeza de polpa é influenciada pelas substâncias pécicas que compõem as paredes celulares, e à medida que a fruta amadurece essas substâncias são polimerizadas e ocorre o amaciamento da polpa (KLUGE et al., 1997) possivelmente o aumento de CEa tenha interferido nessa polimerização.

A espessura da polpa favorece a comercialização pelo aumento da parte comestível, por indicar frutos mais resistentes e menos perecíveis (FRIZZONE et al., 2005). Assim como esse estudo, Dias et al. (2010) observaram que a espessura da polpa sofreu redução linear com o aumento da salinidade. Porém deve ser ressaltado que essa redução está relacionada à redução do tamanho dos frutos.

Medeiros et al. (2008), Huang et al. (2012) e Tedeschi et al. (2011) observaram efeito linear positivo sobre os sólidos solúveis dos frutos de meloeiro, em virtude do incremento da salinidade. Essa linearidade positiva está associada ao efeito de concentração de nutrientes tendo em vista a pouca oferta de água para o fruto. A exigência do mercado europeu e norte americano é de SS no pondo de colheita de no mínimo 10 °Brix (MORAIS et al., 2009). Todas as avaliações apresentaram o mínimo exigido para exportação, porém outras características devem ser levadas em consideração.

Chitarra e Chitarra (2005) explicam que o teor de SS é uma medida indireta de açúcares, pois este componente representa entre 74 e 86,5% do total de sólidos solúveis em melões Cantalupensis. Stepansky et al. (1999) observaram que a sacarose, frutose e glicose

foram os açúcares predominantes, sendo a sacarose o açúcar mais importante na contribuição para o aumento dos açúcares totais. Os açúcares redutores contribuem com quase 100% do teor de açúcares solúveis na fase inicial de desenvolvimento dos frutos, todavia, na fase final da maturação a sacarose atinge 50% dos açúcares solúveis, enquanto a glicose e frutose apresentam cerca de 25% (LONG et al., 2004).

A redução do teor de SS do Zielo em relação ao SV1044 independente da CEa está associada ao maior número de frutos produzidos por planta. Corroborando com tal afirmativa Queiroga et al. (2008) observaram que o aumento do número de frutos por plantas causa valores mais baixos de SS, mediado pela competição entre esses drenos.

## CONCLUSÕES

A elevação no teor de sais, principalmente Na e Cl, na água de irrigação aplicada por gotejamento para cultivo de melão no semiárido, ocasiona distribuição no perfil do solo de forma radial e acúmulo principalmente em camadas mais superficiais.

O decréscimo no crescimento das plantas foi ocasionado pelo aumento na concentração de íons de Na e Cl no seu interior, acarretando efeito tóxico específico e desbalanço nutricional mediante redução da absorção de nutrientes como o K, além de redução na absorção de água (efeito osmótico), como comprovado pela redução nas trocas gasosas e na eficiência de uso da água.

Os impactos negativos no crescimento das plantas ocorreram nos dois híbridos avaliados, porém com diferença de tolerância, em que a salinidade foi menos deletéria no Zielo.

A redução no crescimento das plantas influencia diretamente na perda de produção e qualidade dos frutos. O híbrido Zielo é tolerante até uma CEa de  $2,18 \text{ dS.m}^{-1}$  ( $\text{CEs} = 2,11 \text{ dS.m}^{-1}$ ) enquanto o híbrido SV1044 tolera até  $1,19 \text{ dS.m}^{-1}$  ( $\text{CEs} = 1,54 \text{ dS.m}^{-1}$ ) e as perdas de produtividade por aumento unitário de CEa são de 12,4 e 16,1%, respectivamente.

Até os níveis tolerados pelos híbridos, a qualidade dos frutos atende as exigências impostas pelo mercado internacional. Após, há redução no tamanho dos frutos, polpa mais rígida e menos parte comestível, porém todos eles estarão com teores de sólidos solúveis mínimos exigidos.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, I. M.; DAI, H.; ZHENG, W.; CAO, F.; ZHANG, G.; SUN, D.; WU, F. Genotypic differences in physiological characteristics in the tolerance to drought and salinity combined stress between Tibetan wild and cultivated barley. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 63, p. 49-60, 2013.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for Computing Crop Water Requirements**, vol. 56. Rome: FAO, 1998. 15p.
- ALVES, R. E.; PIMENTEL, C. R.; MAIA, C. E.; CASTRO, E. B.; VIANA, F. M.; COSTA, F. V.; ANDRADE, G. G.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALMEIDA, J. H. S.; MENEZES, J. B.; COSTA, J. G.; PEREIRA, L. S. E. **Manual de melão para exportação**. Brasília: Embrapa, 2000. 51p.
- ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J. S.; QUEIROZ, S. O. P.; FRANÇA, B. Evaluation of melon cultivars under salt stress. **Caatinga Journal**, v. 22, p. 161-169, 2009.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**, 8º ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.
- BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Growth and photosynthesis of young dwarf cashew plants grown under salt stress. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 9, p. 90-94, 2005.
- BOTÍA, P.; NAVARRO, J. M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. **European Journal of Agronomy**, v. 23, p. 243–253, 2005.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 783p.
- DEL AMOR, F. M.; MARTÍNEZ, V.; CERDÁ, A. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon growth in perlite. **Hortscience**, v. 34, p. 1234–1237, 1999.
- DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Melon yield in a hydroponic system with wastewater from desalination plant added in the nutrient solution. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 14, p. 755-761, 2010.
- DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2016. **Sistemas de Produção de Melão**. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br>> Acesso: 08 jan. 2018.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; SIMON, J.; LUZ, G. L.; BORCIONI, E.; JASNIEWICZ, L. R.; CASAROLI, D.; MAFRON, P.A. Evolution and partitioning of dry biomass of muskmelon in hidroponic. **Acta Ciencia Agronomy**, v. 28, p. 165-172, 2006.

FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, v. 88, p. 237-243, 1985.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso: 08 jan. 2018.

FERNANDES, O. B.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE JÚNIOR, W. P.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Effect of calcium nitrate in the reduction of saline stress in melon plant. **Caatinga Journal**, v. 23, p. 93-103, 2010.

FREITAS, L. D. A.; FIGUEREIDO, V. B.; PORTO FILHO, F.Q.; COSTA, J. C. C., CUNHA, E. M. Melon grown and yield under different salinity levels and nitrogen. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 18, p. 20-26, 2014.

FRIZZONE, J. A., CARDOSO, S. S., REZENDE, R. Fruit yield and quality of melon cultivated in greenhouse with carbon dioxide and potassium applications through irrigation water. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, p. 707-717, 2005.

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, p. 371-374. 1984.

GEILFUS, C. M.; ZÖRB, C.; MÜHLING, K. H. Salt stress differentially affects growth-mediating b-expansins in resistant and sensitive maize (*Zea mays* L.) **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 48, p. 993-998, 2010.

GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Growth of melon cultivated under saline stress and potassium doses. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 14, p. 3-10, 2010.

HUANG, C. H.; ZONG, L.; BUONANNO, M.; XUE, X.; WANG, T.; TEDESCHI, A. Impact of saline water irrigation on yield and quality of melon (*Cucumis melo* cv. Huanghemi) in northwest China. **European Journal of Agronomy**, v. 43, p. 68-76, 2012.

HUNT, R. **Plant growth curves - An introduction to the functional approach to plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 1982. 279p.

IBRAF – F INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>> Acesso: 08 jan. 2018.

KAWASAKI, T.; AKIBA, T.; MORITSUGU, M. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants: I. Water culture experiments in a greenhouse. **Plant and Soil**, v.75, p.75-85, 1983.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. J. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 1997. 163p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2006. 531p.

LONG, R. L.; WALSH, K. B.; ROGERS, G.; MIDMORE, D. J. Source-sink manipulation to increase melon (*Cucumis melo* L.) fruit biomass and soluble sugar content. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, p. 1241-1251, 2004.

LÚCIO, W. S.; LACERDA, C. F.; MENDES FILHO, P. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; NEVES, A. L. R.; GOMES FILHO, E. Growth and physiological responses of melon plants inoculated with mycorrhizal fungi under salt stress. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 1587-1602, 2013.

MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – Current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 103, p. 115-134, 1977.

MEDEIROS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; BARBOSA, M. A. G.; QUEIROGA, R. C. F.; OLIVEIRA, F. A.; FREITAS, W. E. S. Growth of “Pele de Sapo” muskmelon under salinity levels and development stage of plant. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 16, p. 647-654, 2012.

MEDEIROS, J. F.; DUARTE, S. R.; FERNANDES, P. D.; DIAS, N. S.; GHEYI, H. R. Growth and N, P and K accumulation by melon irrigated with saline water. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 452-457, 2008.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Characterization of the groundwater used for irrigation in the melon producing area of the Apodi Plateau. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 7, p. 469-472, 2003.

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Growth of muskmelon under different levels of salinity, with and without soil covering. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 11, p. 248-255, 2007.

MELO, T. K.; MEDEIROS, J. F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PEREIRA, V. C.; CAMPOS, M. S. Evapotranspiration and yield of melon *Galia* irrigated with water of different salinity and nitrogen fertilization. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 15, p. 1235–1242, 2011.

MIRANDA, F. R.; SOUZA, F.; RIBEIRO, R. S. F. Crop evapotranspiration and crop coefficient estimation for melon in coastal region, Ceará State, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 18, p. 63-70, 1999.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G.; MAIA, E. N.; MENEZES, J. B. Evaluation of the postharvest technologies used and quality of noble melos produced for exportation. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 214-218, 2009.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell & 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.

NAVARRO, J. M.; BOTELLA, M. A.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Effect of salinity x calcium interaction on cation balance in melon plants grown under two regions of orthophosphate. **Journal of Plant Nutricion**, v. 23, p. 991-1006, 2000.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUSA, P. S.; DANTAS, D. C. Evolution of salinity and pH of soil cultivated with melon irrigated with brackish water. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 15, p. 1130-1137, 2011.

QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R. Yield and quality of muskmelon fruits varying fruit and leaf numbers per plant. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 115-120, 2008.

RICHARDS, R.A. Increasing salinity tolerance of grain crops: is it worthwhile? **Plant and Soil**, v. 146, p. 89-98, 1992.

SABARI, B.; BOLANDNAZAR, S.; GHADERI, N.; GHASHGHAIE, J. Genotypic differences in physiological and biochemical responses to salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: Prospects for selection of salt tolerant landraces. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 119, p. 294-311, 2017.

SANDRI, D.; RINALDI, M.; SOUZA, M. R.; OLIVEIRA, H. F. E.; TELES, L. M. Development and quality of melon cultivated in hydroponic system under different substrates and crop bed format. **Irriga**, v. 12, p. 156-167, 2007.

SILVA, J. L. A.; ALVES, S. S. V.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. V. T.; MEDEIROS, J. F. Evolution of salinity in soils of the agropolo Mossosro-Assu cultivated with melon with water of different salinity. **Agropecuária Científica no semiárido**, v. 7, p. 26-31, 2011.

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**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Eds). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. 2. ed. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, Fortaleza, 2016. p. 181-196.

STEPANSKY, A.; KOVALSKI, I.; SCHAFFER, A. A.; PERL-TREVES, R. Variation in sugar levels and invertase activity in mature fruit representing a broad spectrum of *Cucumis melo* genotypes. **Genetic Resour. and Crop Evolution**, v. 46, p. 53-62, 1999.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 5 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2013. 918p.



TEDESCHI, A.; LAVINI, A.; RICCARDI, M.; PULVENTO, C.; D'ANDRIA, R. Melon crops (*Cucumis melo* L., cv. Tendral) grown in a Mediterranean environment under saline-sodic conditions: part I: Yield and quality. **Agricultural Water Management**, v. 98, p. 1329–1338, 2011.

TEDESCHI, A.; ZONG, L.; HUANG, C. H.; VITALE, L.; VOLPE, M. G.; XUE, X. Effect of salinity on growth parameters, soil water potential and ion composition in *Cucumis melo* cv. Huanghemi in North-Western China. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 203, p. 41-55, 2017.

VALANTIN, M. M.; VAISSIERE, B. E.; GARY, C.; ROBIN, P. Source-sink balance affects reproductive development and fruit quality in cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 86, p. 105-117, 2006.

#### 4 USE OF $^{13}\text{C}$ ISOTOPE TO DETERMINE THE TRANSLOCATION OF PHOTOASSIMILATES IN CANTALOUPE MELON PLANTS CULTIVATED UNDER SALINITY

##### ABSTRACT

The production and quality of cantaloupe melon in semi-arid regions are threatened by the high level of salinity in irrigation waters. Salinity stress affects both assimilation and accumulation of sugars, decreasing fruit quality. This study aimed to characterize the translocation of photoassimilates and the yield of Cantaloupe plants cultivated with non-saline and saline waters, by applying the isotopic enrichment technique with carbon 13 ( $^{13}\text{CO}_2$ ). The Ziolo hybrid was used under a drip system with salinity waters with electrical conductivity (EC<sub>w</sub>) of 0.5 and 3.5 dS.m<sup>-1</sup>. The parameters evaluated were: leaf ionic concentrations of Na, Cl, sugars, and gas exchange. In fruits, parameters included were weight, number per plant, yield, soluble solids, glucose, fructose, sucrose, and total sugars. Also, the natural (before enrichment) and enriched  $^{13}\text{C}$  in leaves from specific regions of the stems, and in fruits, in two distinct weeks at the end of the cycle were evaluated. The isotopic enrichment was performed on leaves of the basal and apical regions of the primary stem and apical region of the secondary stem. The fruit was formed in basal region of secondary stem. There was also accumulation of Na and Cl in leaves of all regions of the stems, mainly in the basal region, causing a significant reduction of CO<sub>2</sub> assimilation in this leaves. Although salinity significantly reduced fruit weight, it did not affect fruit soluble solids. In saline conditions, there was a greater isotopic preference for  $^{13}\text{C}$  (vs.  $^{12}\text{C}$ ) in the fixation by leaves. In two weeks before last of melon production cycle, the fruits are preferential sinks for carbon originated from the basal and apical leaves, independently of salinity. However, in last week, the basal and apical leaves of two stems of plants irrigated with water of EC<sub>w</sub> = 0.5 dS.m<sup>-1</sup> had little or no  $^{13}\text{C}$  contribution to the fruit, whereas plants irrigated with EC<sub>w</sub> = 3.5 dS.m<sup>-1</sup> the leaves, mainly basal, continued to contribute with photoassimilates to the fruit. Saline stress delayed the metabolism of carbon translocation in melon plants, causing reduction in fruit size, without altering the concentration of total sugars and soluble solids in the fruits.

**Keywords:** Carbon-13. *Cucumis melo* L. EA-IRMS.

## RESUMO

A produção e a qualidade do melão cantaloupe em regiões semiáridas está ameaçada devido a altos níveis de salinidade na água de irrigação. O estresse salino afeta a assimilação e o acúmulo de açúcares e, conseqüentemente, a qualidade dos frutos. Este trabalho objetivou caracterizar a translocação de fotoassimilados e a produtividade em plantas de meloeiro cantaloupe cultivadas com águas salinas e não salinas, empregando-se o enriquecimento isotópico com carbono-13 ( $^{13}\text{CO}_2$ ). Utilizou-se o híbrido 'Zielo' sob um sistema de gotejamento com águas de salinidades de 0,5 e 3,5  $\text{dS.m}^{-1}$ . Foram avaliadas as concentrações iônicas de Na, Cl, açúcares e trocas gasosas nas folhas. Quanto aos frutos, os parâmetros avaliados foram o peso médio, número por planta, produtividade, sólidos solúveis e açúcares. Também foram avaliados os valores naturais (antes do enriquecimento) e enriquecidos de  $^{13}\text{C}$  em folhas de regiões específicas dos ramos, e em frutos, em duas semanas distintas ao final do ciclo. O enriquecimento isotópico foi realizado em folhas das regiões basal e apical do ramo primário e região apical do ramo secundário. O fruto foi formado na região basal do ramo secundário. Houve acúmulo de Na e Cl em folhas de todas as regiões dos ramos, principalmente nas folhas maduras da região basal, causando uma redução significativa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  nessas folhas. Embora a salinidade tenha reduzido significativamente o peso dos frutos, ela não afetou os sólidos solúveis dos frutos. Em condições salinas, houve uma maior preferência isotópica pelo  $^{13}\text{C}$  (vs.  $^{12}\text{C}$ ) na fixação pelas folhas. Na antepenúltima semana do ciclo de produção do meloeiro, os frutos foram drenos preferenciais de carbono originado das folhas basais e apicais, independentemente da salinidade. Porém, na última semana as folhas basais e apicais dos ramos das plantas irrigadas com água de  $\text{CEa} = 0,5 \text{ dS.m}^{-1}$  reduziram ou pararam de contribuir com  $^{13}\text{C}$  para o fruto, enquanto nas plantas irrigadas com  $\text{CEa} = 3,5 \text{ dS.m}^{-1}$  as folhas, principalmente as basais, continuaram contribuindo com fotoassimilados para o fruto. O estresse salino retardou o metabolismo de translocação de carbono no meloeiro, provocando redução no tamanho dos frutos, sem alterar a concentração de açúcares totais e sólidos solúveis nos frutos.

**Palavra-chave:** Carbono-13. *Cucumis melo* L. EA-IRMS.

## INTRODUCTION

The world production of melon in 2014 was of 29.6 million tons (FAO, 2018). Melon plants are adapted to various agronomic conditions, and found in different regions including the Mediterranean, Central and Eastern Asia, South and Central America, and Central and southern Africa (DEULOFEU, 1997). In Brazil, melon is cultivated mainly in the Northeast region, which presents semi-arid characteristics and water restriction. In this region, producers have to manage the crop in ways that mitigate the production of low-quality fruits, caused by the salinity of irrigation water, a fact recorded in other semi-arid regions of the world.

Salinity is an abiotic stresses that severely limits the growth and productivity of crops (MUNSS; TESTER, 2008) due to nutritional unbalance, change in metabolic processes, disorganization of chloroplast cell membranes, and reduction in cell division and expansion (ZHU, 2003). The saline stress also increases the production of reactive oxygen species (ROS) of photosynthetic pathways (SHARMA et al., 2012). Since both the photosynthesis and cell growth are among the primary processes affected by abiotic stress (CHAVES et al., 2009) there is a reduction in both the assimilation and metabolism of carbon, and in the accumulation of sugars, thus affecting the quality of the fruit.

Decrease in the supply of water in the soil caused by salinization can lead to the total or partial closure of stomates, reducing CO<sub>2</sub> assimilation and, consequently, the growth of the plant. Thus, virtually all production of biomass depends of photosynthesis. Plants assimilate atmospheric CO<sub>2</sub> and reduce to triose-phosphate, which can then be used to produce more elaborate carbohydrates, mainly sucrose and starch (TAIZ; ZEIGER, 2013).

In young active developing organs (sink), transported sugars are consumed in the processes of growth or stored as reserve (PIERRE et al., 2010). The transport of photoassimilates through carrier vessels is performed predominantly in the form of sucrose or in the form of compounds derived from raffinose and stachyose. In melon plants, sucrose, raffinose, and stachyose are the major carbohydrates translocated in the phloem of melon plants (CHROST; SCHMITZ, 1997). As fruits do not accumulate storage carbohydrates (starch), the increase in its sucrose content depends this translocation of carbohydrates produced in leaves (HUBBARD et al., 1989).

The concentration of soluble sugars, which in turn contributes from 65 to 85% of the fruit soluble solids depends of mechanisms of translocation and sequestering of photoassimilates (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Thus, it is necessary that a high

concentration of assimilates be destined to fruits, even with competition with other drains, such as the necessary translocation of carbohydrates to the sufficient growth of the other vegetative organs (PEIL; GÁLVEZ, 2005). The understanding of this sugar transport mechanism for the fruits will help in solving the problem of low fruit quality.

The flexibility of carbon partitioning in plants maintains the primary productivity and is fundamental to the responses of plants to environmental changes. In order to understand how plants adapt to changes in the availability of resources, the mechanisms governing carbon allocation must be elucidated. To study translocation, allocation, carbon balance, and source-sink relations, a well-regarded approach uses "markers" or "tracers", notably  $^{13}\text{C}$ , a stable isotope of carbon.

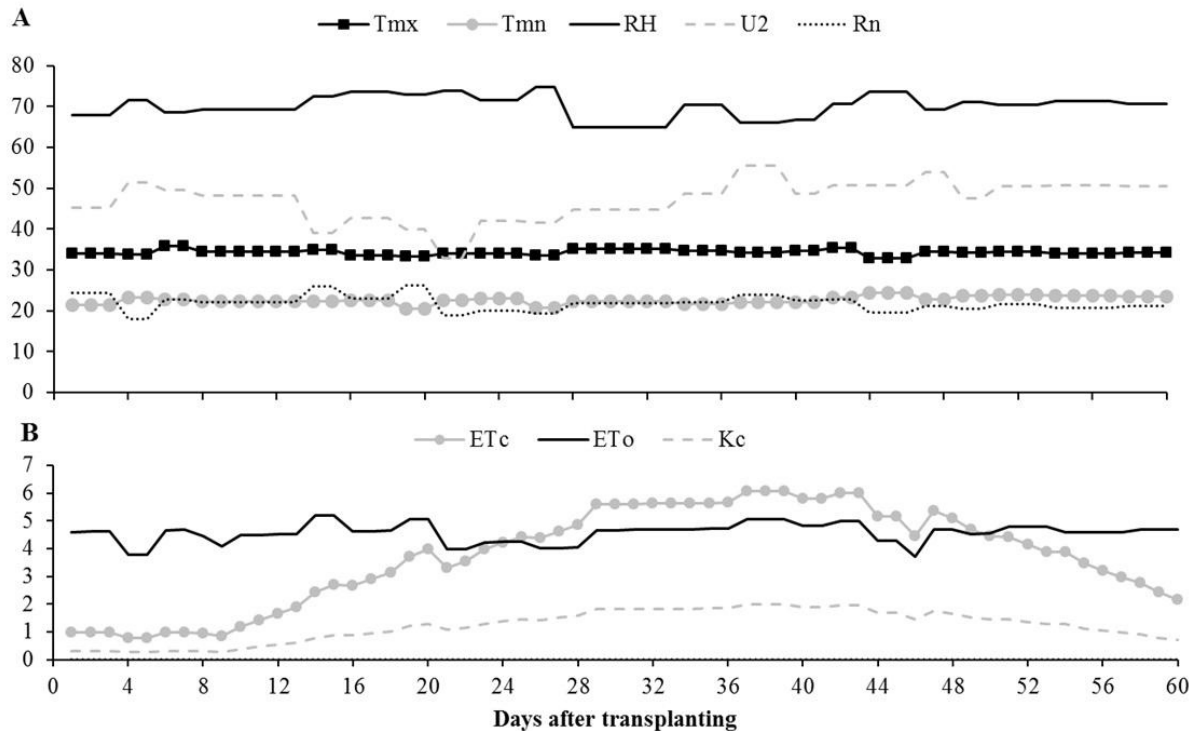
Studies involving carbon allocation and sequestration in melon plants under salinity stress are scarce. Thus, the objective of this study was to characterize the translocation of photoassimilates and the yield of Cantaloupe plants cultivated with non-saline and saline waters, by applying the isotopic enrichment technique with carbon 13 ( $^{13}\text{CO}_2$ ).

## **MATERIAL AND METHODS**

### **Location, soil and climate conditions**

The field experiment was conducted from September to November 2016 at the Pacajus Experimental Station belonging to Embrapa Agroindustria Tropical, located at 4°10'S, 38°27'W at an altitude of 60 m, Ceará State, Brazil. The soil was classified as Quartzarenic Neosol (EMBRAPA, 2013) and its characteristics are reported in Table 2. The climate was classified as Aw of the Köppen's classification, designated as Tropical, with rainy summers and dry winters. The climatic variables, maximum and minimum temperatures, relative humidity, wind speed at 2 m height, and net radiation at the crop surface were evaluated through an automated weather station (Figure 7A).

Figure 7 – Meteorological and water requirement data for the growth period. (A): maximum temperature (Tmx) and minimum temperature (Tmn) in °C, relative humidity (RH) in %, wind speed at 2 m height (U2) in km.dia<sup>-1</sup> and net radiation at the crop surface (Rn) in MJ.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. (B): rainfall (no rainfall), reference evapotranspiration (ETo) and crop evapotranspiration (ETc) in mm and crop coefficient (Kc).



### Plant material, management, and treatments

Cantaloupe melon seedlings of the Zielo hybrid were obtained by sowing seeds into 200-cell polypropylene trays containing commercial substrate Forth Flower Conditioner from Forth Jardim, with cation-exchange capacity (CEC) of 23 cmolc.kg<sup>-1</sup> (São Paulo, BR). These seedlings were acclimated in a greenhouse with misting and then transplanted to the experimental area 14 days after sowing when plants had two true leaves.

The soil of the experimental area had its pH corrected by applying dolomitic limestone three weeks before planting, raising the base saturation from 62% to 80%. After liming, the soil received two light diskings, raising of cultivation beds 0.8 m W x 21 m L and two-meter spacing between beds. A drip irrigation system was installed with one drip line per bed, these beds were covered with double-face black/silver plastic mulch, with silver side up. Seedlings were spaced every 0.8 m in the line.

Saline waters for irrigation of the plants were prepared and stored in different water reservoirs of 5000 L. They were translocated to the plants by a pump of 0.5 CV and PVC lines with ¾" diameter for main lines and 16 mm diameter for drippers lines. The

irrigation lines had water drippers Katif® from Revullis (Minas Gerais, BR) with compensated pressure and flow rate 5.0 L.h<sup>-1</sup>, spaced 0.8 m, one per plant. The water distribution efficiency was indicated by the coefficient of uniformity (CU) with a value of 95.5% from the flow rate data.

Crop water requirement was calculated from the IrrigaMelão spreadsheet, provided by Embrapa Agroindústria Tropical (source: fabio.miranda@embrapa.br), considering the data collected in an automated weather station to determine the reference evapotranspiration (ET<sub>0</sub>) (Figure 7B) according to Penman-Monteith methodology, proposed by FAO (ALLEN et al., 1998). In addition to ET<sub>0</sub>, the crop coefficient (Kc) (Figure 7B) was considered for the melon crop established for Ceará State conditions (MIRANDA et al., 1999). Crop evapotranspiration (ETc) (Figure 7B) was determined by multiplying ET<sub>0</sub> by the Kc. The total irrigation required (TIR) for the melon crop, applied daily, was determined by the multiplication between ETc and WAP (wet area percentage) divided by the CU of 95.5%. The irrigation time was defined by multiplying the space between drippers X space between lines X TIR and divided by the drip flow rate in L.h<sup>-1</sup> (BERNARDO et al., 2008).

The plants were fertilized at the base and by fertigation. The nutrients applied through fertigation followed the Embrapa Melon Production System (EMBRAPA, 2016) based on the soil analysis obtained from the Embrapa's Soil Laboratory (Table 2). The bed base fertilization consisted of the 120 kg.ha<sup>-1</sup> of phosphorus as simple superphosphate, 50 g.m<sup>-1</sup> of frites FTE BR-12 as a source of micronutrients and 20 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> of bovine fertilizer. Fertigation was applied three times a week, from a nutrient stock prepared in a 20 L container and by a Venturi injector in a bypass system. The nutrients used in the fertigation were 120 kg.ha<sup>-1</sup> of nitrogen as urea and 80 kg.ha<sup>-1</sup> of potassium as potassium nitrate. These fertilizers were applied from transplanting to two weeks before last, similar to the management adopted by melon producers in the semi-arid region.

Table 2 – Soil Characteristics

	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	AL <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CEC	BS	P
Depth	H <sub>2</sub> O	.....cmolc.kg <sup>-1</sup> .....						.....%.....		mg/dm <sup>3</sup>	
0.0-0.3m	6.0	1.03	0.83	0.33	0.26	0.0	1.49	2.45	3.93	62.0	12.1
	EC	ESP	C	N	OM	C/N	BD	PD	FC	WP	H <sub>2</sub> O
	dS.m <sup>-1</sup>	.....%.....	.....g.Kg <sup>-1</sup> .....			.....g.cm <sup>-1</sup> ...		.....g.100g <sup>-1</sup> .....			
	0.54	8.4	-	-	11.5	-	1.76	2.63	2.98	2.0	0.98

SB: Sum of bases; CEC: Cation exchange capacity; BS: Base saturation; EC: Electrical conductivity; ESP: Exchangeable sodium percentage; OM: Organic matter; BD: Bulk density; PD: Particle density; FC: Field capacity (0.033 MPa); WP: Permanent wilting point (1.5 MPa); H<sub>2</sub>O: Available water.

The treatments were two different levels of electric conductivity of the irrigation water (EC<sub>w</sub>): 0.5 e 3.5 dS.m<sup>-1</sup> and each level contained eight irrigation lines representing the four replicates, two lines per replicate. To obtain EC<sub>w</sub> = 3.5 dS.m<sup>-1</sup> level the 0.5 dS.m<sup>-1</sup> water was used with addition of sodium chloride (NaCl), considering each 10 mM of NaCl corresponds to the increase of 1 dS.m<sup>-1</sup>, and this was confirmed and monitored by a conductivity meter CD-4301 model from Lutron (Taipei, TW).

### **Carbon assimilation rate, and inorganic and organic compounds in leaves and fruits**

Leaf and fruit analyzes were performed in the two weeks corresponding to the isotopic enrichment (6th and 8th week after transplanting). For the leaves analysis, the primary and secondary stem were sampled in the basal, middle and apical region.

The CO<sub>2</sub> assimilation – photosynthesis (A) in μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> was performed with an infrared gas analyzer IRGA from LCpro ADC (Hoddesdon, UK) in mature leaves of the primary ste, from 10:00 a.m. to 11:00 a.m.

The concentrition of sodium (Na), chloride (Cl), total sugars (TS), sucrose (Suc), fructose (Fru) and glucose (Glu) in leaves were analyzed from an extract of 1 g of lyophilized material to 20 ml of deionized water filtered in milli-Q from Millipore Corporation (Massachusetts, USA). The analytical determination of Na was by flame photometry, while that of Cl was by molecular absorption spectrophotometry according to Gaines et al. (1984) methodology.

The total sugars were determined by the method developed by Dubois et al. (1956). Sucrose, fructose and glucose were determined in leaves and fruits by high performance liquid chromatography (HPLC) using a Shimadzu RID-10A (Kyoto, JP), with refractive index detection, Rezex ROA column from Phenomenex (California, USA), isocratic liquid phase consisting of 0.005 N Sulfuric Acid with flow 0.5 ml.min<sup>-1</sup>. The solids soluble (SS) using a digital refractometer and productivity variables such as fruit weight (FW), fruit number (FN), fruit yield (FY) was still determined in fruits.

### **Enrichment with <sup>13</sup>C**

Three different types of enrichment in two different weeks: two weeks before last and last week were carried out to analyze the photoassimilates translocation. The stems containing a single fruit and similar morphological characteristics (stem length and leaf



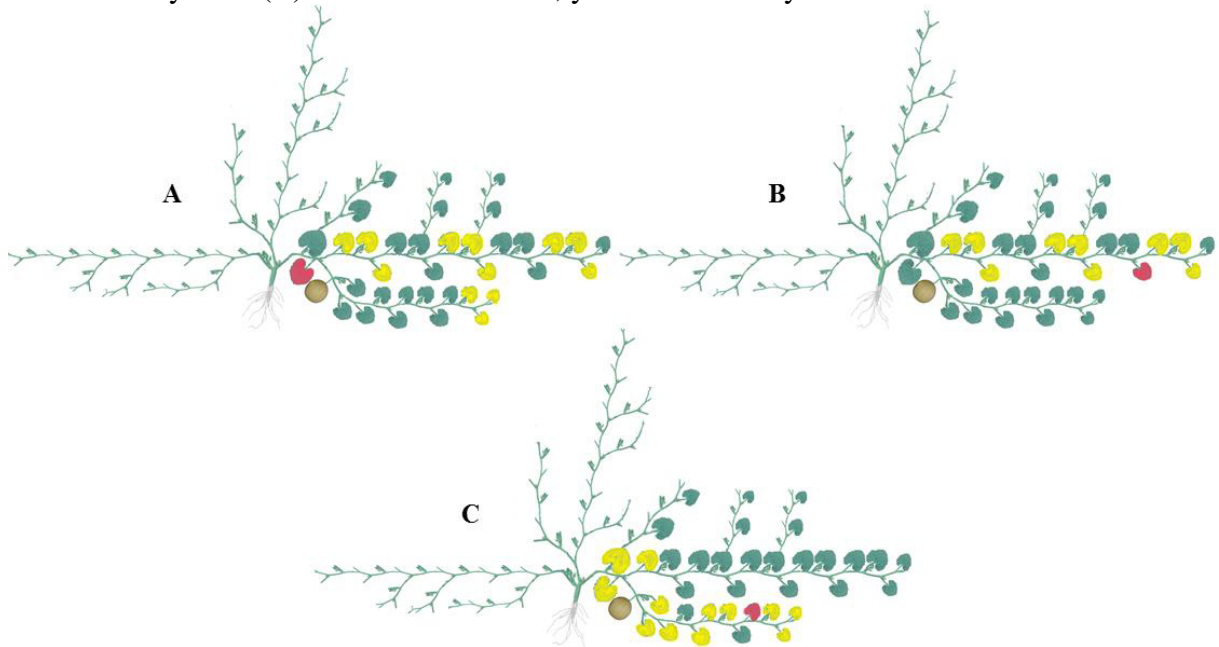
numbers) were identified, and then the leaves were referenced in the primary and secondary stem according to the region which they were: basal, middle or apical.

The plant growth pattern was observed in the weeks of isotopic enrichment and it was noticed that each plant emitted three primary stems, each primary stem emitted secondary stems and the fruit was always in the same node of the first leaf of the secondary stem older, near of the primary stem base.

From the pattern observed above, the primary stem and the older secondary stem, which generated the fruit, were divided into three regions of equal size: basal, middle and apical. A leaf of the basal region of the primary stem (Figure 8A), a leaf of the apical region of the primary stem (Figure 8B) and a leaf of the apical region of the secondary stem (Figure 8C) was chosen for isotopic enrichment.

For each enriched leaf was collected a group of three leaves of specific regions and the fruit to observe whether or not these parts received the  $^{13}\text{C}$  assimilated. The enriched leaf was also analyzed to prove  $^{13}\text{C}$  fixation.

Figure 8 – Illustration of leaf enriched in basal region of the primary stem (A), of the leaf enriched in apical region of the primary stem (B), and of the leaf enriched in apical region of the secondary stem (C). Red leaf: enriched, yellow leaf: analysed.



When the enriched leaf was from the basal region of the primary stem, three leaves (in yellow) of the basal, middle and apical regions of the primary stem; three leaves of the apical region of the secondary stem, the fruit (in brown) and the enriched leaf (in red) were collected to evaluate the isotopic values (Figure 8A).

When the enriched leaf was from the apical region of the primary stem, three leaves of the basal, middle and apical regions of the primary stem, the fruit and the enriched leaf were collected to evaluate the isotopic values (Figure 8B).

When the enriched leaf was from the apical region of the secondary stem, three leaves from the basal, middle and apical regions of the secondary stem, three leaves from the basal region of the primary stem, the fruit and the enriched leaf were collected to evaluate the isotopic values (Figure 8C).

For the isotopic enrichment,  $^{13}\text{CO}_2$  gas (Cambridge Isotope Laboratories Inc., Massachusetts, USA) was transferred from the tank to an acrylic chamber (25x30x5 cm) with a syringe, allowing an enriched atmosphere for the leaf to be enriched. The leaves selected to be enriched were inserted in the chamber. Then, 8 ml of  $^{13}\text{CO}_2$  gas with concentration of 99% atoms was injected.

The injection of  $^{13}\text{CO}_2$  gas was performed through a gas syringe attached to the cylinder pressure and flow regulator. The syringe was then inserted into the chamber through an orifice equipped with a silicone septum. The petiole region of the enriched leaf was enveloped with malleable play-dough from Hasbro (Rhode Island, USA) to prevent diffusion of the enriched air from the chamber to the external environment.

The leaves were inserted in the chamber from 8:00 a.m. to noon, corresponding to the time of a higher photosynthetic efficiency and not so high solar global radiation rates affecting the chamber, which possibly would cause a temperature rise, resulting in inhibition of  $\text{CO}_2$  assimilation.

Leaf enrichment with  $^{13}\text{CO}_2$  gas was carried out two weeks before last (6 weeks after transpiration) and in last week (8 weeks after transplanting), corresponding to the maturation stage of the fruit, since the total time of crop cycle, when fruits were harvested, was eight weeks after transplanting to the field.

The enrichment time was 30 minutes and after this time the chamber was removed (Figure 9) and the samples were collected 6 hours after the enrichment period, between 2:30 p.m. and 6:00 p.m. on the same day that  $^{13}\text{CO}_2$  enrichment was performed.

At the collection time, different organs (leaves and fruits) were identified according to their pertinent region in the stem and immediately immersed in liquid nitrogen ( $-196^\circ\text{C}$ ) to cause immediate tissue death and to avoid any risk of  $^{13}\text{C}$  enrichment changes.

After freezing, samples were stored in an ultra freezer ( $-80^\circ\text{C}$ ) until lyophilization, ground with a mortar and pestle, and sieved to obtain granulometry of 250  $\mu\text{m}$ . Finely ground material allows a better homogenization of the sample, important due to the sensitivity and

precision of the isotopic ratio mass spectrometer. This factor is fundamental to minimize the differences between the sample replicates. All these steps were carried out at the Embrapa Agroindústria Tropical's laboratories.

Figure 9 – Leaf enrichment with  $^{13}\text{CO}_2$ . Inserting the leaf into the chamber (A), collecting gas  $^{13}\text{CO}_2$  from the cylinder (B), Insertion of gas into the chamber (C), and leaf enrichment for 30 minutes (D).



### Isotopic analysis

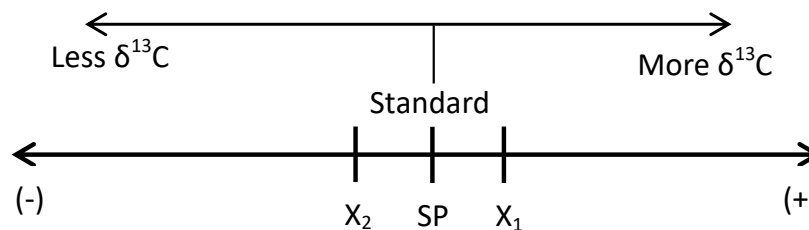
$^{13}\text{C}$  analyses of plant materials were carried out at the United States Salinity Laboratory (USDA-ARS) in Riverside, California. A sample of approximately 500  $\mu\text{g}$  from ground and homogenized material was collected and packed in tin capsules. Tin capsules with samples were inserted into an Elemental Analyzer model Vario Pyro Cube from Elementar (Mt. Laurel, NJ), responsible for the combustion and release of  $\text{CO}_2$  and  $\text{N}_2$ . The gases

generated in the Elemental Analyzer flowed to an Isotopic Ratio Mass Spectrometer IsoPrime100 from Elementar (Mt. Laurel, NJ) so that the  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratio could be determined and expressed in  $\delta\%$  (delta per thousand), relative notation to VPBD (Vienna Pee Dee Belemnite) standard as described by (SULZMAN, 2007). The final result obtained after calibration from known standards (EDTA, USGS40 and Sodium Bicarbonate - IAEA 303) allowed the final interpretation of the  $^{13}\text{C}$  data.

For  $^{13}\text{C}$  translocation analysis, firstly the  $^{13}\text{C}$  natural values in leaves of each region (basal, middle and apical) of the stem and in the fruit were measured, to determine a limit value of  $^{13}\text{C}$  that occurs under natural environmental conditions for the melon crop. In this way, it is possible to compare the results obtained before and after the leaves enrichment with  $^{13}\text{CO}_2$  to establish whether or not there was  $^{13}\text{C}$  fixation.

The  $^{13}\text{C}$  natural values of leaves and fruits were submitted to analysis of variance and comparison of means to obtain differentiation information between plant regions into the treatments or between treatments. From the average of three replicates, a starting point (SP) of  $\delta\%$   $^{13}\text{C}$  was considered and an isotope scale was constructed considering this limit as standard (Figure 10). Thus, any sample that had a  $\delta\%$   $^{13}\text{C}$  value less negative than the start point, positioned to the right of the standard, it was richer at  $^{13}\text{C}$  than the standard.

Figure 10 – Isotopic scale showing enrichment directions of  $^{13}\text{C}$  and  $^{12}\text{C}$ , in relation to the start point (SP), where  $X_1$  represents a sample richer in  $^{13}\text{C}$  and  $X_2$  represents a sample richer in  $^{12}\text{C}$ .



### Statistical analyses

The analysis of variance was performed in a factorial system for Na, Cl, TS, sucrose, fructose, glucose,  $\text{CO}_2$  assimilation rate, and  $^{13}\text{C}$  natural in leaves, considering salinity (ECw) as the main factor and stem region as the secondary factor. Another analysis of variance was performed in a factorial system for the variables fruit weight, soluble solids, total sugars, sucrose, fructose and glucose in the fruits considering salinity (ECw) as the main factor and week collected (week) as the secondary factor. For the fruit numbers per plant and

fruit yield, only the salinity factor was analyzed at the harvest. A descriptive analysis of  $^{13}\text{C}$  data was adopted to characterize the photoassimilates translocation. Tukey's test at the 5% level of significance was used to compare means. Statistical analyzes were performed using statistical software Sisvar® (FERREIRA, 2000).

## RESULTS

### Leaves variables analyzed

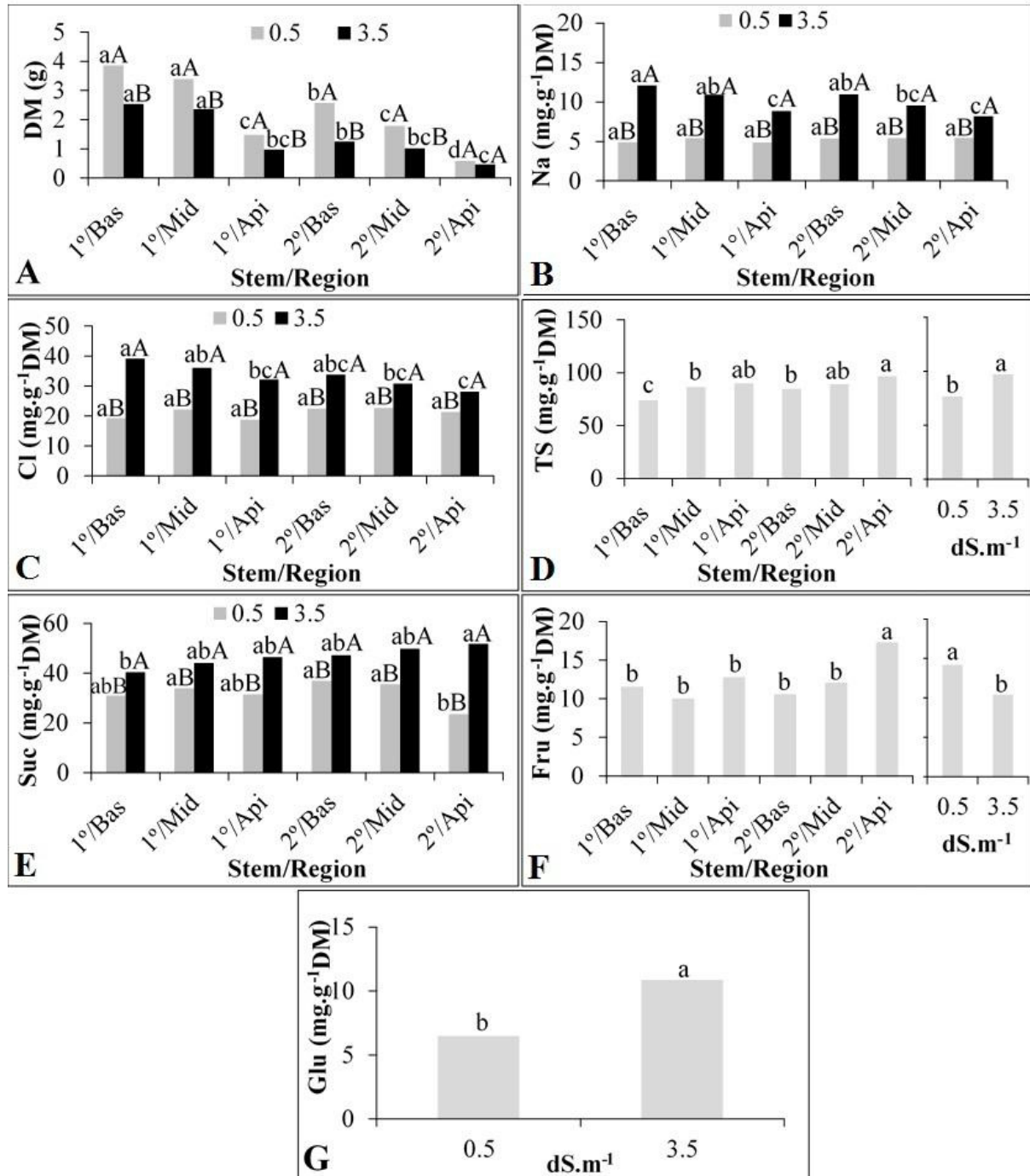
In leaves, it was observed a higher interaction between salinity and stems region in two weeks before last than last week (Figure 11). The variables that showed isolated effects of salinity and stems region, without interaction, were total sugars (TS), fructose and glucose (Figure 11D, F, G). The plants submitted to salinity presented a higher percentage of total sugars (+26.9%), and a lower percentage of fructose (-26.8%) when compared to plants irrigated with control water. Independently of the irrigation water salinity, apical leaves of the primary and secondary stems presented greater quantity of total sugars in relation to basal leaves of the primary stem (Figure 11D), with 21.4 and 30.6% more, respectively. The plants submitted to salinity presented higher percentages of glucose (+67.4%) in relation to control plants, without difference between the different stems regions (Figure 11G).

Leaf variables that showed a significant interaction between factors in two weeks before last were: leaves dry mass, Na, Cl and sucrose concentration. The leaves dry mass was higher in plants that did not receive saline water, except for the apical region of the secondary stem that did not present significant difference for the saline and non-saline (Figure 11A). The dry mass reduction in the basal, middle and apical regions of the primary stem, between control plants and saline treatment were 34, 30 and 33%, respectively. For the secondary stem, where the fruit was, the difference in leaf dry mass between control and saline treatment was higher if the leaves were closer to the stem base. The reductions were 51% and 43% for basal and middle region of stem, respectively (Figure 11A).

In two weeks before last, only the variable  $\text{CO}_2$  assimilation rate remained constant, regardless of the salinity or stems region, with mean values  $15.73 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ .



Figure 11 – Photosynthetic and biochemical parameters of melon leaves in two weeks before last of crop cycle. Leaves dry mass - DM (A), sodium - Na (B), chloride - Cl (C), total sugar - TS (D), sucrose - Suc (E), fructose - Fru (F), and glucose - Glu (G). Averages followed by the same capital letter do not differ significantly at the 5% level in relation to the salinity factor (0.5 and 3.5 dS.m<sup>-1</sup>), means followed by the same lowercase letter do not differ significantly at the 5% level in relation to the stem region factor. Stem: 1° - primary, 2° - secondary. Region: Bas – basal, Mid – middle, Api – apical.



Regarding Na and Cl concentration in leaves in two weeks before last, the concentrations were higher in plants that were irrigated with saline water, regardless of stem

region. Na concentration in leaves of plants under saline treatment was 50 to 145% higher in relation to the control, whereas for Cl this variation was of 24 to 103% (Figure 11B, C).

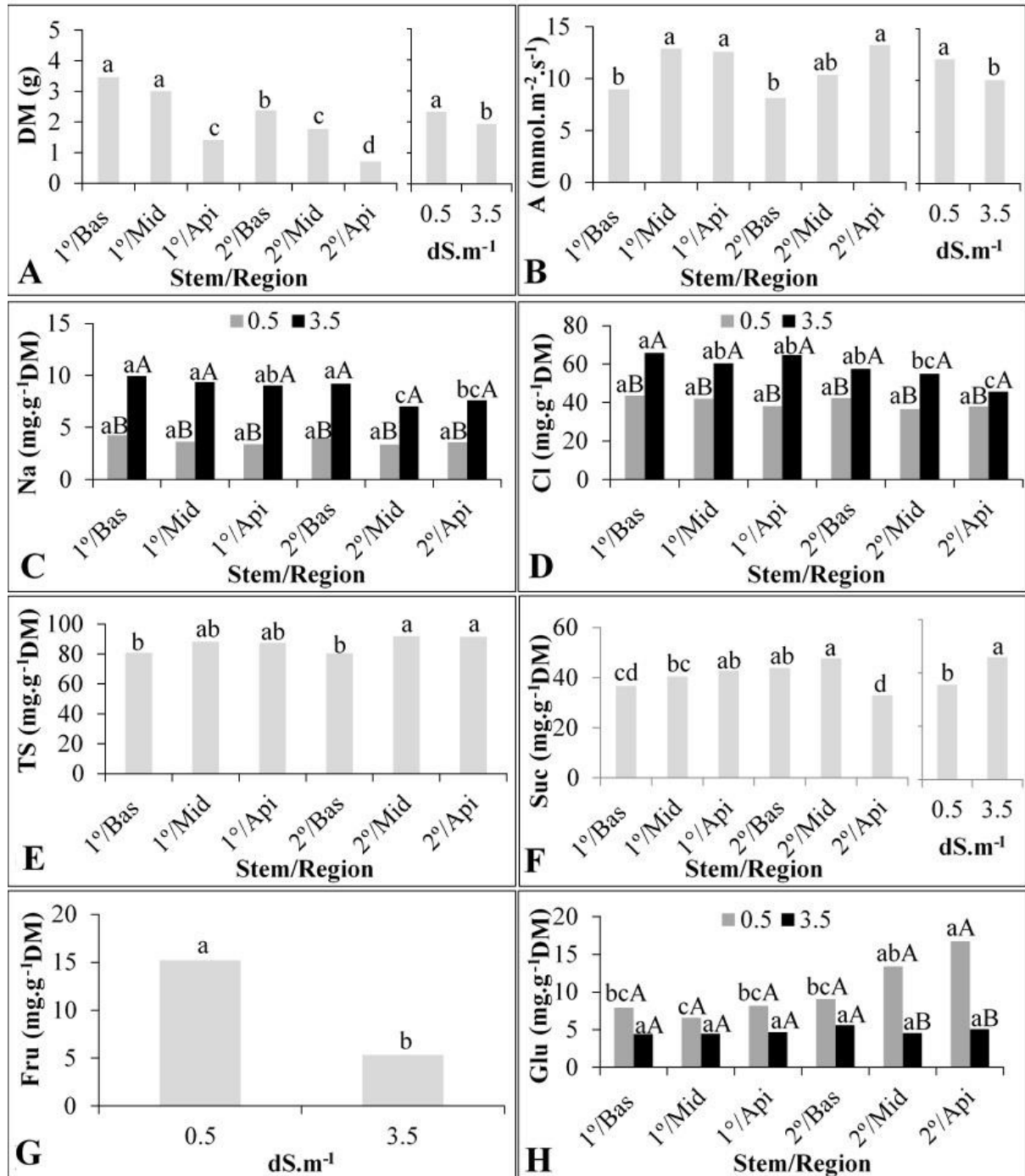
Na ( $5.3 \text{ mg.g}^{-1}\text{DM}$ ) and Cl ( $21.2 \text{ mg.g}^{-1}\text{DM}$ ) concentrations remained constant among the different stem regions in control plants. In plants submitted to saline stress, Na and Cl concentration decreased from basal to apical region, observed in both stems: primary and secondary. Comparing control plants with those under saline treatment, it was found that at basal leaves of primary stem in plants under saline treatment Na concentration increased until 145%, while in the apical region of the same stem Na concentration increased until 82%, in other words, the oldest leaves of the stem had more Na in relation to younger leaves. In the secondary stem, the same significant difference was observed between the basal and apical leaves (Figure 11B). In relation to Cl, basal leaves of the primary stem had a Cl concentration  $39.14 \text{ mg.g}^{-1}\text{DM}$  for plants under saline treatment and  $19.26 \text{ mg.g}^{-1}\text{DM}$  for control plants, and in apical leaves presented  $32.16$  and  $18.79 \text{ mg.g}^{-1}\text{DM}$  for saline and non-saline (Figure 11C).

The sucrose concentration found in leaves of plants under saline treatment was higher when compared to control plants, for any stem region analyzed. However, in plants under saline treatment apical leaves of the secondary stem presented 28% more sucrose in relation to basal leaves of the primary stem, and in control plants there was no significant difference between leaves of this two places (Figure 11E).

There was less interaction between salinity and stem region factors when approaching to the harvest period and fruit maturity in last week. Significant interactions were only detected for concentrations of Na, Cl, and glucose (Figure 12C, D, H) in last week. For the other variables analyzed, there was only significance for each factor in isolation.

The leaves dry mass of control plants was higher than the leaves of plants under saline treatment at the end of the cycle regardless of stem region, with an average difference of 17%. Basal leaves had a higher dry mass when compared to apical leaves. Basal and middle leaves of the primary stem presented a higher dry mass mean, 3.47 g and 3.01 g respectively, whereas apical leaves of the secondary stem presented the lowest mean dry mass, 0.71 g (Figure 12A).

Figure 12 – Photosynthetic and biochemical parameters of melon plant leaves in last week of crop cycle. Leaves dry mass - DM (A), CO<sub>2</sub> assimilation rate - A (B), sodium – Na (C), chloride – Cl (D), total sugar - TS (E), sucrose – Suc (F), fructose - Fru (G) e glucose -Glu (H). Averages followed by the same capital letter do not differ significantly at the 5% level in relation to the salinity factor, means followed by the same lowercase letter do not differ significantly at the 5% level for the region in the stem. Stem: 1° - primary, 2° - secondary. Region: Bas – basal, Mid – middle, Api –apical.



Analyzing the CO<sub>2</sub> assimilation rate in last week, it was observed that control plants photosynthesized more than plants under saline treatment. Regarding the stem region, apical leaves of primary and secondary stems assimilated more CO<sub>2</sub> than basal leaves of



stems (Figure 12B). Between two weeks before last and last week, it is interesting to note that there was higher reduction in photosynthetic rate in basal leaves than in apical leaves. While the average of CO<sub>2</sub> assimilation rate in two weeks before last was 15.73  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , in last week basal leaves of primary and secondary stems had average of CO<sub>2</sub> assimilation rate 8.97 and 8.14  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , respectively (Figure 12B). Apical leaves had CO<sub>2</sub> assimilation rate of 12.59 and 13.22  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  for primary and secondary stems respectively, differing statistically from basal leaves (Figure 12B).

Na and Cl concentration in last week, similar to two weeks before last, were significantly higher in plants under saline treatment, independently of the stem region analyzed. These ions contents did not have variation between analyzed regions under non-saline conditions. However, while in under saline conditions there was no significant difference among leaves of different regions of the primary stem, for the secondary stem Na and Cl concentration in apical leaves was significantly lower than basal leaves (Figure 12C, D).

Na concentration in leaves of plants under saline stress reached concentrations up to 167% higher than in leaves of control plants being higher than 100% for any analyzed region (Figure 12C). Cl concentration in leaves was up to 70% higher in plants irrigated with saline water than the control treatment (Figure 12D). It should be emphasized still in relation to Cl, that there was a doubling in concentration between two weeks before last (Figure 11C) and last week (Figure 12D) for both, control plants and plants under saline treatment. This increase in concentration between the two weeks before last and last week was not observed for Na.

The total sugars concentration in leaves of plants under saline and non-saline treatment were similar at the end of the cycle, with mean of 86.7  $\text{mg.g}^{-1}\text{DM}$ . However, there was a significant differentiation in this concentration between the stem regions, so that apical leaves of the secondary stem continued with TS concentrations higher than basal leaves of the primary stem (Figure 12E), regardless of saline treatment.

Among sugars leaves analyzed, sucrose was more concentrated in plants under saline treatment (+29%) than in control plants. Although the sucrose concentration between leaves of stem regions was different, apical leaves of the secondary stem and basal leaves of the primary stem did not differ significantly (Figure 12F). Unlike sucrose, the fructose concentration was higher in control plants compared to plants under saline treatment, and there was no difference of concentration between stem regions (Figure 12G). The glucose concentration in plants under saline treatment remained constant between stem regions at the

end of the cycle. However, for control plants, apical leaves of the secondary stem had more glucose than basal leaves (Figure 12H).

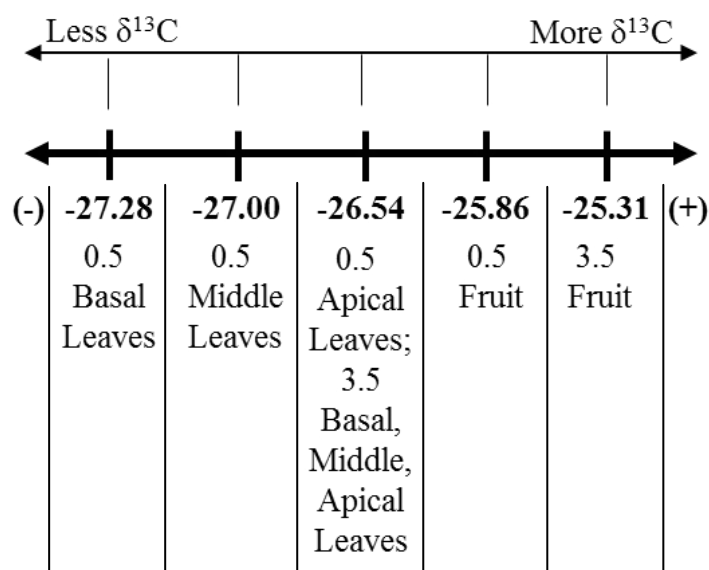
### <sup>13</sup>C in melon plants

A significant differentiation of <sup>13</sup>C natural isotopic value was observed between different parts of plants that did not suffer stress (0.5 dS.m<sup>-1</sup>). When plants were submitted to saline treatment (3.5 dS.m<sup>-1</sup>) there was only significant differentiation of <sup>13</sup>C natural value between leaves and fruits (Figure 13).

<sup>13</sup>C natural isotopic values of leaves in plants under saline treatment was -26.54 ‰, regardless of the stem region analyzed, and the <sup>13</sup>C natural value in fruits was -25.31 ‰. For the control treatment, how much younger were leaves less negative were the <sup>13</sup>C natural values. For basal, middle and apical leaves and for fruits the <sup>13</sup>C natural values were -27.28, -27.00, -26.54 and -25.81‰, respectively.

The <sup>13</sup>C natural isotopic values standardized allowed to evaluate, in leaves and fruits, whether or not photoassimilates were received from the leaf enriched with the <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> gas. The <sup>13</sup>C value less negative, compared to the standard value of the scale (Figure 13), means that the organ (leaf or fruit) received more <sup>13</sup>C translocated.

Figure 13 – Natural <sup>13</sup>C in different parts of the plant. ECw: 0.5 and 3.5 dS.m<sup>-1</sup>. Stem region: basal, middle, and apical leaves, and fruits. Parts that presented less negative value than the point on the below scale means that they received <sup>13</sup>C from the enriched leaf.



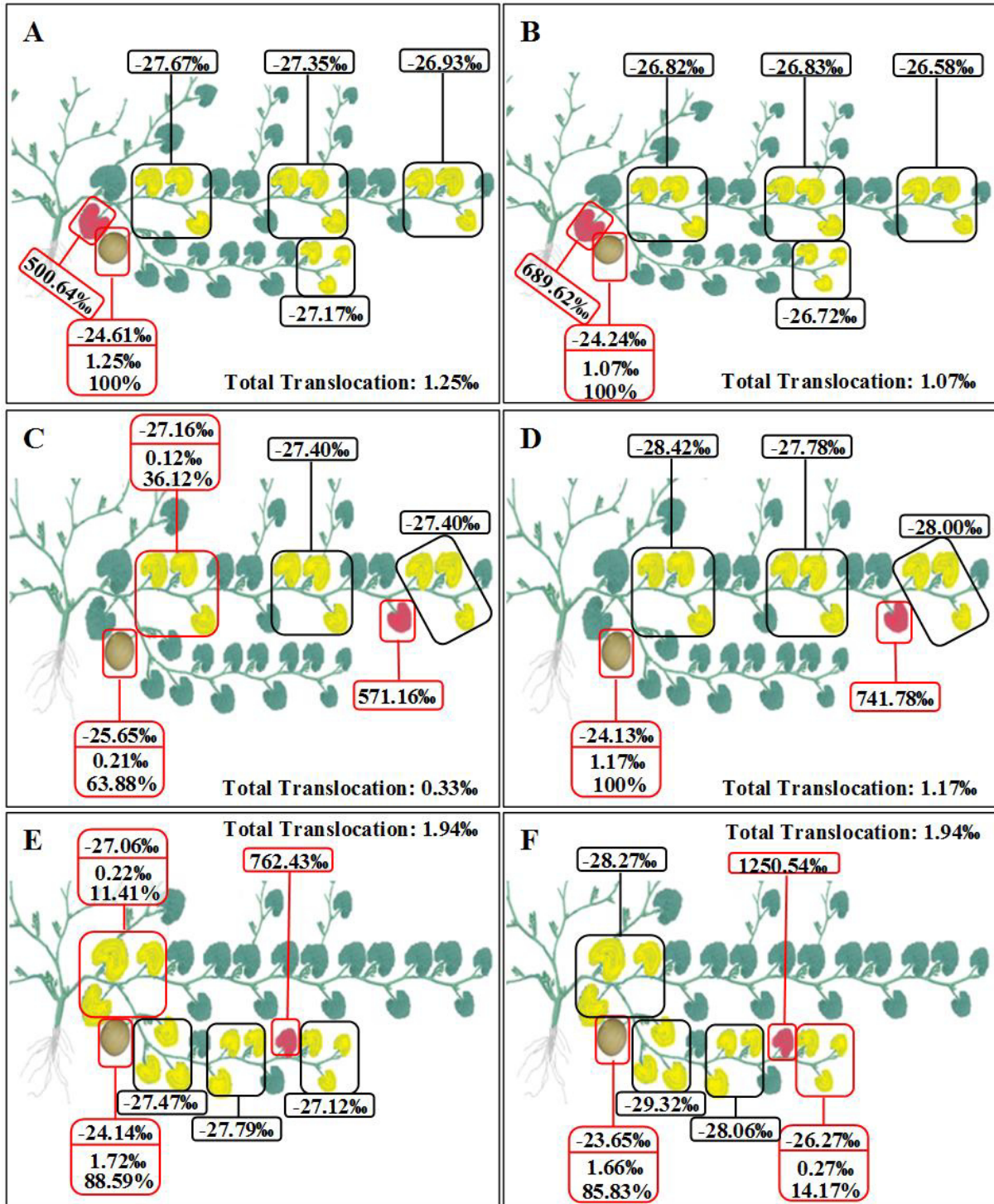
Enriching the basal leaf of the primary stem in two weeks before last, it was observed that 100% of the  $^{13}\text{C}$  translocated by the enriched leaf was directed to the fruit, regardless of whether or not plants were irrigated with saline water (Figure 14A, B). The  $^{13}\text{C}$  absolute value carried by the enriched basal leaf in control plants was 1.25 ‰ (Figure 14A) and in plants under saline stress was 1.07‰ (Figure 14B).

When enriching the apical leaf of the primary stem of plants irrigated with saline water it was noticed that 100% of the  $^{13}\text{C}$  translocated also went to the fruit, translocating an absolute value 1.17 ‰ (Figure 14D). In contrast, the  $^{13}\text{C}$  absolute total translocation in control plants was only 0.33 ‰, directing 63.88% of this value for the fruit and 36.12% for basal leaves of the primary stem (Figure 14C).

The isotopic enrichment of the apical leaf of the secondary stem showed that the  $^{13}\text{C}$  translocated was the same for plants grown with saline (Figure 14F) and non-saline water (Figure 14E), with an exported absolute value of 1.94 ‰. However, the distribution of this value occurred differently between plants irrigated with saline and non-saline water. While in control plants the translocation occurred for the fruit and for basal leaves of the primary stem (Figure 14E), in plants under saline treatment the translocation occurred for the fruit and for near leaves, in the apical region of secondary stem (Figure 14F). The percentage directed from apical leaves of the secondary stem to fruit was 88.59 and 85.83% for control plants and under saline treatment, respectively. Plants under saline treatment invested the  $^{13}\text{C}$  remaining (14.17%) in the adjacent leaves (Figure 14F) while control plants exported 11.41% of  $^{13}\text{C}$  to basal leaves of the primary stem (Figure 14E). It is important to note that the absolute value exported by the enriched apical leaf of the secondary stem was approximately double the value translocated by the enriched basal leaf of the primary stem.

The pattern of photoassimilates translocation in last week has changed in relation to two weeks before last week. When analyzing the translocation from the enriched basal leaf of the primary stem, of control plants, it was observed that there was a reduction of the absolute value translocated from 1.25 to 0.75 ‰, respectively to two weeks before last and last week. In contrast, in plants under saline treatment the value doubled from 1.07 to 2.16 ‰. Leaves of this region in plants under saline treatment translocated three times more  $^{13}\text{C}$  than the same leaves in control plants. (Figure 15A, B).

Figure 14 – Enrichment of the leaf with the  $^{13}\text{CO}_2$  gas two weeks before last. Enrichment of the basal leaf of the primary stem in plants without salinity (A) and with salinity (B); enrichment of the apical leaf of the primary stem in plants without salinity (C) and with salinity (D) and enrichment of the apical leaf of the secondary stem in plants without salinity (E) and with salinity (F).



Whereas in two weeks before last basal leaves of the primary stem translocated all  $^{13}\text{C}$  to the fruit (Figure 14A, B), in last week there was a differentiation in the partitioning and

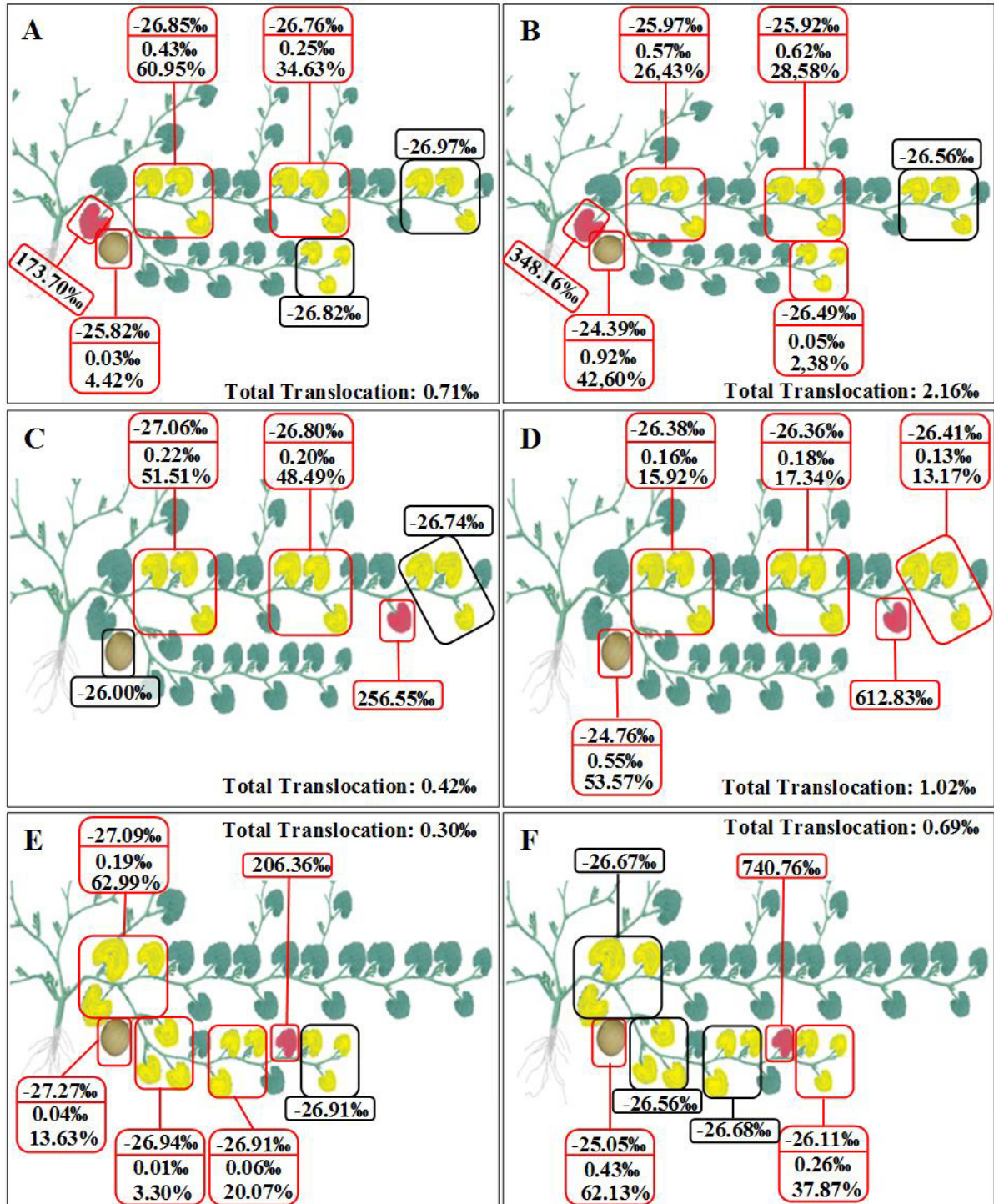
the percentage of distribution between plants cultivated with saline and non-saline water (Figure 15A, B). The  $^{13}\text{C}$  percentage directed from enriched leaf to the fruit in control plants was only 4.42%, represented by an absolute value of 0.03 ‰.  $^{13}\text{C}$  remaining values were translocated to leaves of the same region (60.95%) and to middle leaves of the same stem (30.63%), (Figure 15A). The fruit, in plants under saline treatment, continued to receive an  $^{13}\text{C}$  absolute value close to 1 ‰, which in terms of percentage was 42.60%.  $^{13}\text{C}$  remaining values were translocated to leaves of the same region and middle region of the same stem, as well as in the control, and to apical leaves of the secondary stem (+0.05‰) (Figure 15B).

When the apical leaf of the primary stem was enriched in last week, absolute values translocated approached absolute values translocated when the enrichment was done two weeks before last (0.42 ‰ in control plants and 1.02 ‰ in plants under saline treatment, while two weeks before last the values were 0.33 and 1.17 ‰, respectively) but with a distribution pattern of the  $^{13}\text{C}$  differentiated. Apical leaves of the primary stem in control plants did not export  $^{13}\text{C}$  to the fruit. The translocation was only for basal leaves (51.51%) and for middle leaves of the same stem (48.49%), (Figure 15C). When analyzing plants irrigated with saline water, it was observed that the enriched leaf still contributed with  $^{13}\text{C}$  to the fruit, with a total translocated value of 53.57% or 0.55 ‰ of the  $^{13}\text{C}$  absolute value (Figure 15D), approximately half of the quantity translocated in two weeks before last (1.17‰). The other 0.47 ‰ of  $^{13}\text{C}$  translocated by the enriched leaf in this region were similarly distributed among the other evaluated parts (Figure 15D).

The enrichment of apical leaf of the secondary stem showed that this leaf at the end of the cycle reduced the volume of  $^{13}\text{C}$  translocated regardless of whether or not plants were irrigated with saline water. The reduction was higher in control plants (reduction of the  $^{13}\text{C}$  absolute value was from 1.94 to 0.30 ‰) (Figure 15E), while in plants irrigated with saline water the decrease was from 1.94 to 0.69 ‰ (Figure 15F). About the total translocated of apical leaves of the secondary stem in control plants, only 0.04 ‰ was destined to the fruit, which represents 13.63% and the region that received the most  $^{13}\text{C}$  was the basal region of the primary stem, 62.99% of the total translocated (+ 0.19 ‰). For the other evaluated parts only the apical region of the primary stem did not receive  $^{13}\text{C}$  fixed by the enriched leaf (Figure 15E). In plants under saline treatment, the  $^{13}\text{C}$  distribution continued to occur to the fruit and to apical leaves. The percentage directed to the fruit in last week was 62.13% (0.43 ‰) and for the adjacent leaves was 37.87% (Figure 15F).



Figure 15 – Enrichment of the leaf with the  $^{13}\text{C}$ CO $_2$  gas in last week. Enrichment of the basal leaf of the primary stem in plants without salinity (A) and with salinity (B); enrichment of the apical leaf of the primary stem in plants without salinity (C) and with salinity (D) and enrichment of the apical leaf of the secondary stem in plants without salinity (E) and with salinity (F).



Control plants presented basal leaves of the primary stem and apical leaves of the secondary stem as main carriers of carbohydrates for fruits in two weeks before last. The three

enriched leaves (basal and apical of the primary stem and apical of secondary stem) in the saline treatment contributed with carbohydrate to the fruit.

Enriched leaves from control plants in last week contributed little or no with  $^{13}\text{C}$  to fruits. In contrast, in plants under saline treatment, enriched leaves of all three regions continued carrying  $^{13}\text{C}$  for the fruit, although only basal leaves of the primary stem continued to export in great quantity, whereas apical leaves of primary and secondary stems have decreased the export to fruits when compared to two weeks before last of crop.

### **Fruit variables analyzed**

Fruits of plants irrigated with saline water were significantly less heavy than fruits of plants irrigated with non-saline water, in the two weeks evaluated. While fruits of control plants increased 303 g among the evaluated weeks, fruits of plants under saline treatment increased 245 g. Fruits of plants under saline treatment in two weeks before last were approximately 36% less heavy when compared to fruits of control plants. The weight reduction was 31% in last week. (Figure 16A).

There was no significant difference in soluble solids (SS) of fruits of plants under saline and non-saline treatment, regardless of the week evaluated. However, in two weeks before last SS fruits ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) of control plants and under saline treatment were respectively 6.4 and 6.3, while at the end of the cycle fruits  $^{\circ}\text{Brix}$  increased to 13.25 and 14.43 in control plants and under saline treatment, respectively (Figure 16B).

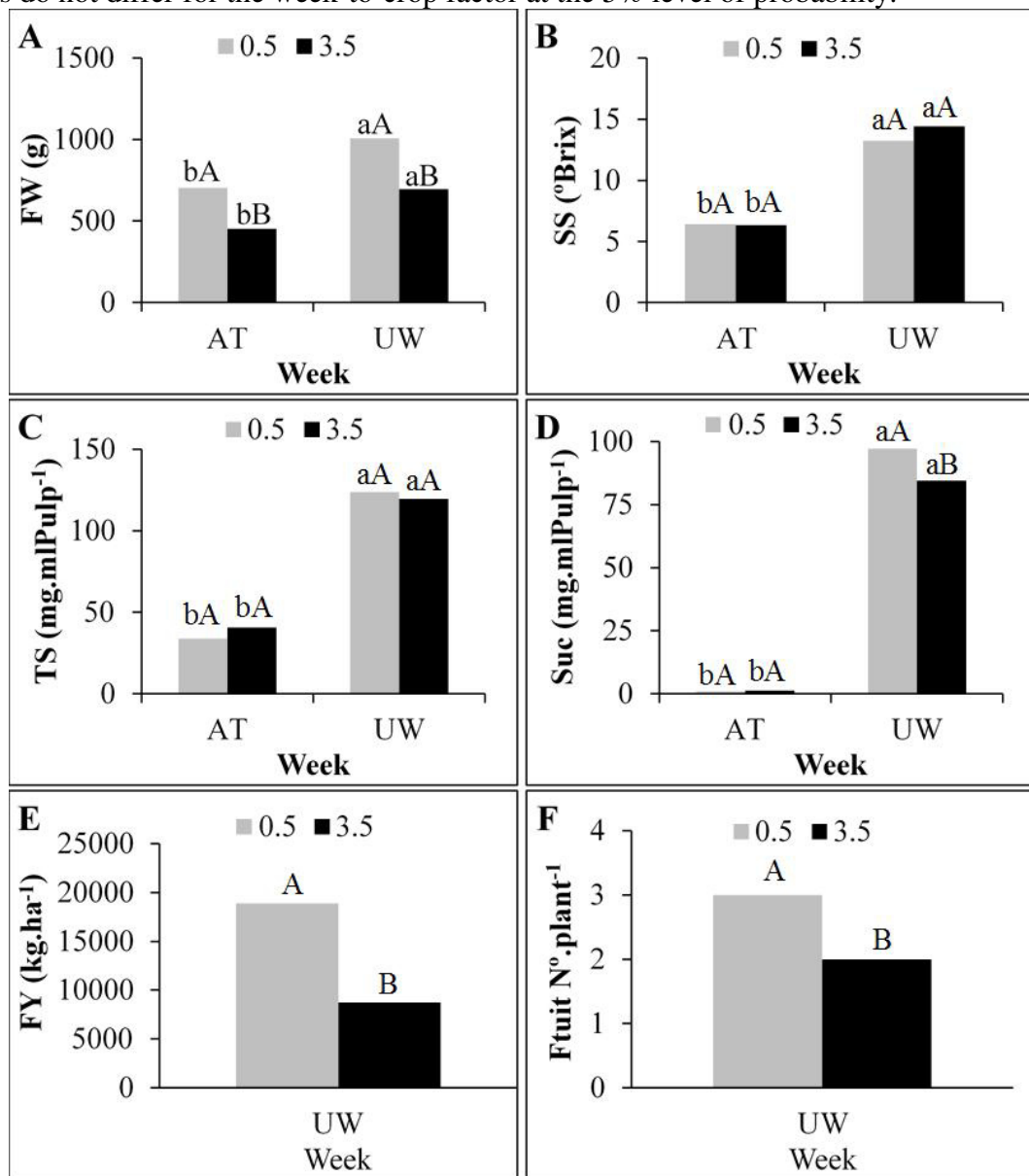
Total sugars presented similar values between saline and non-saline treatment, following the same soluble solids trend. Values for control and plants under saline treatment in two weeks before last were 33.8 and 40.61  $\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}\text{Pulp}$ . In last week, there was a triple increase in total sugars concentration in relation to two weeks before last week (Figure 16B).

Among the sugars analyzed, sucrose was significantly higher in last week when it was compared with two weeks before last, regardless of salinity (Figure 16D). Sucrose values in two weeks before last did not differ significantly between saline and non-saline treatment, with values of 0.87 and 1.17  $\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}\text{Pulp}$ . Control plants in last week had a sucrose concentration higher than plants under saline treatment, with values of 97.14 and 84.52  $\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}\text{Pulp}$ , respectively (Figure 16D).

The fructose and glucose concentration remained without significant difference between weeks and between saline and non-saline treatments. The fructose concentration mean was 16.74  $\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}\text{Pulp}$  and the glucose concentration mean was 16.76  $\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}\text{Pulp}$ .

Control plants produced three fruits per plant while plants under saline treatment just produced two fruits (Figure 16F). The final yield of the Ziolo hybrid was approximately 19 T.ha<sup>-1</sup> for plants irrigated with non-saline water, while for plants irrigated with saline water the yield was approximately 9 T.ha<sup>-1</sup>; a 54% reduction (Figure 16E).

Figure 16 – Fruit variables. Fruit weight – FW (A), soluble solids - SS (B), total sugar - TS (C), sucrose - Suc (D), fruit yield - FY (E) and fruit number per plant – FN (F). Week: AT- Two weeks before last, UW- Last Week, ECw: 0.5 and 3.5 dS.m<sup>-1</sup>. Means followed by similar capital letters do not differ for the salinity factor and means followed by similar lowercase letters do not differ for the week-to-crop factor at the 5% level of probability.





## DISCUSSION

Values of Na concentration practically similar in leaves between the two weeks analyzed can be explained by the non change of the irrigation depth between this two weeks, considering that in the period between them the crop coefficient (Kc) practically was not changed.

Corroborating the analyzes of Na and Cl concentration presented here, Lúcio et al. (2013) and Tedeschi et al. (2017) observed an increase in these ions concentration in leaves as the salinity level increased. In addition, Cl concentrations may increase progressively as the plants get older, which does not happen with Na that can be partially controlled at the root (PRIOR et al., 2007; SARABI et. al., 2017). In general, plants do not have a mechanism of control of Cl absorption, although they have to Na (DIAS et al., 2016).

Regarding Na and Cl concentrations in last week in plants under saline stress, Tedeschi et al. (2017) did not observe a significant difference in Na or Cl concentrations between basal and apical leaves of primary stems at the end of the cycle. This behavior corresponds to those observed in this study. Regarding Na or Cl behavior in two weeks before last, these authors found values similar to this study.

Similar to the results observed in this study, Kuşvuran (2012) evaluating Na concentration in young and mature leaves of melon in the initial development, observed that by raising the saline level of water older leaves concentrated more Na than younger leaves. Lúcio et al. (2013), making the same evaluation for Na and Cl at the 37 days after planting, also observed a lower concentration in younger leaves. The differentiation of Na and Cl concentration between older and younger leaves is due to different responses of these leaves to the salinity. Possibly plants adopt a strategy of maintaining low Na and Cl concentrations in younger leaves in an attempt to reduce deleterious effects and early physiological disturbances. Thus the higher concentrations of these ions are concentrated in older leaves.

Lower leaves dry mass values in plants under saline stress are associated to osmotic, toxic and nutritional effects due to the accumulation of salts, mainly Na and Cl (MUNNS, 2002). The inhibitory effect of salinity on growth may also be associated with the energy expenditure expended to block Na uptake and to synthesize compatible solutes under hyperosmotic saline conditions (MUNNS; TESTER, 2008). Sabari et al. (2017), studying different melon hybrids in semi-arid region at the Iran, observed the same decrease in leaf dry mass when salinity increased from 1.18 to 3.67 dS.m<sup>-1</sup>.

Plants under saline treatment showed lower CO<sub>2</sub> assimilation rate than control plants at the end of the cycle, and this fact may be associated to the partial closure of the stomata due to the reduction of the stomatal conductance and toxic effects (Na and Cl). In agreement with this study, Colla et al. (2006), studying watermelon culture, and Roupahel et al. (2012), studying melon culture, observed a decrease in CO<sub>2</sub> assimilation rate with increased salinity. Other authors also observed a negative effect on the CO<sub>2</sub> assimilation rate of by raising the salinity of irrigation water (BEZERRA et al., 2005; LÚCIO et al., 2013; SILVA et al., 2011). The fact of older leaves of control plants present a CO<sub>2</sub> assimilation rate decreasing from two weeks before last to last week and smaller than younger leaves may be indicative of the senescence beginning and foliar abscission, which can be reinforced by the reduction in translocation to the fruit (Figure 12B).

The highest total sugars and sucrose concentrations in leaves of plants under saline stress during the two weeks before last can be explained by the osmoregulation effect, that is, a mechanism of the plant to try to reduce leaves osmotic potential and to guarantee the cells hydration and turgor. This adaptation is documented in several species (PARIDA; DAS, 2005). Similar behavior was observed by Sabari et al. (2017), Purinan-Harley et al. (2014) and Zhu (2001). This increase in sucrose concentration in stressed leaves may also be due to a reduction in the photoassimilates translocation as a function of the smaller concentration of the other sinks, which can be evidenced by the reduction in the growth of these plants. Total sugars concentrations in leaves were similar between saline and non-saline treatments at the end of the cycle, but sucrose concentrations remained higher in plants under saline stress, indicating a lower translocation to sinks and/or osmoregulation mediated by this sugar. Müller et al. (1997) observed this osmoregulation by sucrose. The high sugars concentrations in the cell act stabilizing some macromolecular structures, which contributes to restore the plasma membrane integrity (ORCUTT; NILSEN, 2000).

<sup>13</sup>C natural values in plants under saline treatment were higher than in control plants because plants under stress discriminated less <sup>13</sup>C. Plants of C3 metabolism, such as melon, have a greater preference for the <sup>12</sup>C fixation from the enzyme RUBISCO, and this fact leads to a higher <sup>13</sup>C discrimination. However, when plants are under saline stress the RUBISCO selectivity by <sup>12</sup>C decreases and it discriminates less <sup>13</sup>C (KELLOGG, 2013), so producing <sup>13</sup>C photoassimilates in their composition. Some authors attribute the lowest RUBISCO discrimination by <sup>13</sup>C in saline conditions to stomata partial closure, which causes a lower <sup>12</sup>CO<sub>2</sub> partial pressure thus forcing the <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> assimilation (GUY et al., 1980; WALKER; SICLAIR, 1992). Several authors observed a lower <sup>13</sup>C discrimination when they

submitted plants to salinity (POSS et al., 2000; GROENIGEN; KESSEL, 2002; SHAHEEN; HOOD-NOWOTNY, 2005, SABARI et al., 2017).

In two weeks before last, both in control plants and in stressed plants, there was no preferential source for the fruit formation, with both basal and apical leaves exporting the same carbohydrates contents to the fruits. The non differentiation between the treatments shows how much fruits are the strongest sinks in two weeks before last, demanding a lot of photoassimilates. This demand is associated with the beginning of the maturation period of these fruits.

The differentiation of  $^{13}\text{C}$  translocation between saline and non-saline treatments in last week of crop cycle shows that control plants probably completed the fruits filling while plants of saline treatment continued to absorb  $^{13}\text{C}$  in the fruit, it corroborated by the lower fruits weight in plants under salinity. For plants under saline stress, the fruit remains the main photoassimilates sink, suggesting that plants under stress have suffered a delay in their natural development mediated by the translocation delay of photoassimilates. This affirmation is linked to the energy expenditure of these plants to compensate deleterious effects of saline stress, such as the energy expenditure to block Na absorption and to the cellular osmotic regulation, which inhibit the transfer of photoassimilates to the sink fruit.

The lower fruit numbers, and weight, and consequently the lower yield evaluated in last week in plants under saline stress, may be associated to the delay in the melon cycle mediated by the restriction of photoassimilates translocation to fruits during maturation. Corroborating the negative results of fruit weight and numbers, del Amor et al. (1999) and Tedeschi et al. (2011) found a significant reduction in fruit numbers and weight when ECw was increased. Freitas et al. (2014) found a decrease of 11% and Melo et al. (2011) of 16% in the Orange Flesh and Galia yield, respectively, for each ECw unit increased. Huang et al. (2012) observed 12.7% of decrease per ECe unit increased. In the way, Tedeschi et al. (2011), cultivating melon in the Mediterranean region, observed 14% of decrease per ECe unit increased.

## CONCLUSIONS

The increased of irrigation water salinity modified photoassimilates flow between source and sink.

When were increased Na and Cl concentrations in irrigation water for the cultivation of melon plants, there were deleterious effects on their vegetative and reproductive

development with a delay in photoassimilates translocation, and consequently in final cycle of plants under saline stress.

The delay in plants development under saline stress was still corroborated by the active photoassimilates translocation to fruits in last week.

In two weeks before last, leaves photosynthesized vigorously and contributed with larger quantity of photosassililates to fruits, independently of the salinity, but with some differences of distribution, depending on the source region.

In last week, there was a differentiation in photoassimilates translocation. Leaves of plants irrigated with non-saline water considerably reduced photoassimilates contribution to the fruit, while in saline conditions leaves continued to contribute in high quantity with photoassimilates to fruits, that were still strong sinks.

## REFERENCES

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for Computing Crop Water Requirements**, vol. 56. Rome: FAO, 1998. 15p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.

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

CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v.103, p.551-560, 2009.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHROST, B.; SCHMITZ, K. Changes in soluble sugar and activity of a-galactosidases and acid invertase during muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit development. **Journal Plant Physiology**, v. 151, p. 41-45, 1997.

COLLA, G.; ROUPAHEL, Y.; CARDARELLI, M. Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. **Hortscience**, v. 41, p. 622-627, 2006.

DEL AMOR, F. M.; MARTÍNEZ, V.; CERDÁ, A. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon growth in perlite. **Hortscience**, v. 34, p. 1234-1237, 1999.

DEULOFEU, C. **Situación y perspectivas Ael Melón em el mundo**. In: VALLESPIR, A. N. Melones. Rens: Horticultura, 1997. p.20-25.

DIAS, N. S.; FERREIRA, J. F. S.; LIU, X.; SUAREZ, D. L. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*, L.) maintains high inulin, tuber yield, and antioxidant capacity under moderately-saline irrigation Waters. **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 1009-1024, 2016.

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

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2016. **Sistemas de Produção de Melão**. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br>> Acesso: 08 jan. 2018.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso: 08 jan. 2018.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In. Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000. São Carlos, SP: SIB, p. 255-258, 2000.

FREITAS, L.D.A.; FIGUEREIDO, V.B.; PORTO FILHO, F.Q.; COSTA, J.C.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.

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, p. 371-374. 1984.

GUY, R. D.; REID, D. M.; KROUSE, H. R. Shifts in carbon isotope ratios of two C3 halophyte under natural and artificial conditions. **Oecologia**, v. 44, p. 241-247, 1980.

GROENIGEN, J-W. VAN.; KESSEL, C. VAN. Salinity-induced patterns of natural abundance carbon-13 and nitrogen-15 in plant and soil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 66, p. 489-498, 2002.

HUBBARD, N.L.; HUBER, S.C.; PHARR, D.M. Sucrose phosphate synthase and acid invertase as determinants of sucrose concentration in developing muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruits. **Plant Physiology**, v.91, p.1527-1534. 1989.

HUANG, C. H.; ZONG, L.; BUONANNO, M.; XUE, X.; WANG, T.; TEDESCHI, A. Impact of saline water irrigation on yield and quality of melon (*Cucumis melo* cv. Huanghemi) in northwest China. **European Journal of Agronomy**, v. 43, p. 68-76, 2012.

KELLOGG, A. E. C4 photosynthesis. **Current Biology**, v. 23, p. 594-599, 2013.

KUŞVURAN, S. Ion regulation in different organs of melon (*Cucumis melo*) genotypes under salt stress. **International journal of agriculture & biology**, v. 14, p. 141-144, 2012.

- LÚCIO, W.S.; LACERDA, C.F.; MENDES FILHO, P.F.; HERNANDEZ, F.F.F.; NEVES, A.L.R.; GOMES FILHO, E. Crescimento e respostas fisiológicas do meloeiro inoculado com fungos micorrízios arbusculares sob estresse salino. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.1587-1602, 2013.
- MELO, T.K.; MEDEIROS, J.F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FIGUEIRÊDO, V.B.; PEREIRA, V.C.; CAMPOS, M.S. Evapotranspiração e produção do melão Gália irrigado com água de diferentes salinidades e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.12, p.1235–1242, 2011.
- MIRANDA, F.R. de; SOUZA, F. de; RIBEIRO, R.S.F. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do estado do Ceará. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.63-70, jun. 1999.
- MÜLLER, J.; SPRENGER, N.; BORTILIK, K.; BOLLER, T.; WIEMKER, A. Desiccation increases sucrose levels in Ramonda and Haberlea, two genera of resurrection plants in the Gesneriaceae. **Physiology Plantarum**, v. 100, p. 153-158, 1997.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell & Environment**, Oxford, v.25, n. 2, p.239-250, 2002.
- MUNNS, R., TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.
- ORKUTT, D. M.; NILSEN, E. T. **The physiology of plants under stress-soil and biotic factors**. New York: John Wiley and Sons, 2000. 683p.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 60, p. 324-349, 2005.
- PEIL, R.M.N.; GÁLVEZ, J.L. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas em invernadero. **Revista Brasileira Agrocência**, v. 11, p. 05-11, 2005.
- PIERRE, C. S.; TRETOWAN, R.; REYNOLDS, M. Stem solidness and its relationship to water-soluble carbohydrates: association with wheat yield under water deficit. **Functional Plant Biology**, Collingwood, v. 37, n. 1, p. 166–174, 2010.
- POSS, J. A.; GRATTAN, D. L.; SUAREZ, D. L.; GRIEVE, C. M. Stable carbon isotope discrimination: an indicator of cumulative salinity and boron stress in *Eucalyptus camaldulensis*. **Tree Physiology**, v. 20, p. 1121-1127, 2000.
- PRIOR, L. D.; GRIEVE, A. M.; BEVINGTON, K. B.; SLAVICH, P. G. Long-term effects of saline irrigation water on ‘Valencia’ Orange trees: relationships between growth and yield, and salt levels in soil and leaves. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 58, p. 349-358, 2007.
- PURINAN-HARLEY, N.; HARTLEY, J.; SHABALA, L.; SHABALA, S. Salinity-induced accumulation of organic osmolytes in barley and wheat leaves correlates with increased

oxidative stress tolerance: In planta evidence for cross-tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 83, p. 32-39, 2014.

ROUPAHEL, Y.; CARDARELLI, M.; REA, E.; COLLA, G. Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto *Cucurbita* hybrid rootstocks. **Photosynthetica**, v. 50, n. 2, p. 180-188, 2012.

SABARI, B.; BOLANDNAZAR, S.; GHADERI, N.; GHASHGHAIE, J. Genotypic differences in physiological and biochemical responses to salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: Prospects for selection of salt tolerant landraces. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 119, p. 294-311, 2017.

SHAHEEN, R.; HOOD-NOWOTNY, R. C. Effect of drought and salinity on carbon isotope discrimination in wheat cultivars. **Plant Science**, v. 168, p. 901-909, 2005.

SHARMA, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defence mechanism in plants under stressful condition. **Journal of Botany**, v. 2012, p. 1-26, 2012.

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

SULZMAN, E. W. **Stable isotope chemistry and measurement: a primer**. In: MICHENER, R.; LAJTHA, K. Stable isotopes in ecology and environmental science. Blackwell Publishing, 2007. p.1-21.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 5 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2013. 918p.

TEDESCHI, A.; LAVINI, A.; RICCARDI, M.; PULVENTO, C.; D'ANDRIA, R. Melon crops (*Cucumis melo* L., cv. Tendral) grown in a Mediterranean environment under saline-sodic conditions: part I: Yield and quality. **Agricultural Water Management**, v. 98, p. 1329–1338, 2011.

TEDESCHI, A.; ZONG, L.; HUANG, C. H.; VITALE, L.; VOLPE, M. G.; XUE, X. Effect of salinity on growth parameters, soil water potential and ion composition in *Cucumis melo* cv. Huanghemi in North-Western China. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 203, p. 41-55, 2017.

WALKER, C. D.; SINCLAIR, R. Soil salinity is correlated with a decline in <sup>13</sup>C discrimination in leaves of *Atriplex* species. **Australian Journal of Ecology**, v. 17, p. 83-88, 1992.

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

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos negativos gerados na cultura do melão pelo uso de águas salinas com elevados níveis de sódio e cloreto são reflexos de distúrbios fisiológicos ocasionados a essas plantas. O padrão de translocamento de fotoassimilados é afetado, causando retardo no ciclo dessa cultura, quando se usa água com elevados níveis de sais.

Estudos futuros serão necessários para definir o mecanismo de translocação responsável pela abrupta elevação dos teores de açúcares, principalmente sacasore, no fruto no estágio final de maturação, quando as plantas são irrigadas com água não salina. O fato das plantas na última avaliação do translocamento já terem completado o enchimento dos seus frutos, sugere avaliações de translocamento mais detalhadas na penúltima e na última semana. A partir do comportamento de retardo no translocamento nas plantas sob estresse salino, pode-se presumir que em condições não salinas, quanto mais próximo do final do ciclo, as folhas mais maduras são as principais contribuidoras para os frutos.

As observações e conclusões realizadas nesse estudo nos permite fazer considerações a respeito da nutrição mineral ao longo do ciclo. Se tais impactos retardam o translocamento de fotoassimilados é interessante que sejam realizados novos estudos da distribuição de nutrientes ao longo do cultivo, tendo em vista que com esse retardo as plantas podem necessitar mais ou menos de um nutriente específico em condições diferentes das condições não salina. O corte da fertirrigiação duas semanas antes da colheita, como é adotado por produtores pode impactar negativamente o desenvolvimento dos frutos em cultivo com águas salinas.

## REFERÊNCIAS

AHMED, I. M.; DAI, H.; ZHENG, W.; CAO, F.; ZHANG, G.; SUN, D.; WU, F. Genotypic differences in physiological characteristics in the tolerance to drought and salinity combined stress between Tibetan wild and cultivated barley. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 63, p. 49-60, 2013.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for Computing Crop Water Requirements**, vol. 56. Rome: FAO, 1998. 15p.

ALMEIDA, D. **Manual de culturas hortícolas**, vol. 2. Ed: Presença, 2006. 326p.



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

ANDRIGUETO, J. R.; NASSER, L. C. B.; TEIXEIRA, J. M. A.; SIMON, G.; VERAS, M. C. V.; MEDEIROS, S. A. F.; SOUTO, R. F.; MARTINS, M. V. de M. **Produção integrada de frutas e sistema agropecuário de produção integrada no Brasil**, 2008. 24p.

ASTON, F.W. **Isotopes**. Longmans, Green & Co., London, 1922. 139p.

ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J. S.; QUEIROZ, S. O. P.; FRANÇA, B. Evaluation of melon cultivars under salt stress. **Caatinga Journal**, v. 22, p. 161-169, 2009.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.

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

BOTÍA, P.; NAVARRO, J. M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. **European Journal of Agronomy**, v. 23, p. 243–253, 2005.

CERNUSAK, L. A.; TCHERKEZ, G.; KEITEL, C.; CORNWELL, W. K.; SANTIAGO, L. S.; KNOHL, A.; BARBOUR, M. M.; WILLIAMS, D. G.; REICH, P. B.; ELLSWORTH, D. S.; DAWSONK, T. E.; GRIFFITHS, H. G.; FARQUHAR, G. D.; WRIGHT, I. J. Why are non-photosynthetic tissues generally <sup>13</sup>C enriched compared with leaves in C3 plants? Review and synthesis of current hypotheses. **Functional Plant Biology**, Collingwood, v. 36, p. 199-213, 2009.

CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, p. 551-560, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

CHROST, B.; SCHMITZ, K. Changes in soluble sugar and activity of α-galactosidases and acid invertase during muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit development. **Journal Plant Physiology**, v. 151, p. 41-45, 1997.

COLLA, G.; ROUPAHEL, Y.; CARDARELLI, M. Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. **Hortscience**, v. 41, p. 622-627, 2006.

COSTA, M. C. **Efeito de diferentes lâminas de água com dois níveis de salinidade na cultura do meloeiro**. (Tese doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu-SP. 1999. 115p.

DEL AMOR, F. M.; MARTÍNEZ, V.; CERDÁ, A. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon growth in perlite. **Hortscience**, v. 34, p. 1234–1237, 1999.

DEULOFEU, C. **Situación y perspectivas Ael Melón em el mundo**. In: VALLESPIR, A. N. Melones. Rens: Horticultura, 1997. p.20-25.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F. DE; TELES FILHO, J. F. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido. II: Efeito sobre o rendimento do meloeiro. **Irriga**, v.11, p.376–383, 2006.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Melon yield in a hydroponic system with wastewater from desalination plant added in the nutrient solution. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 14, p. 755-761, 2010.

DIAS, N. S.; FERREIRA, J. F. S.; LIU, X.; SUAREZ, D. L. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*, L.) maintains high inulin, tuber yield, and antioxidant capacity under moderately-saline irrigation Waters. **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 1009-1024, 2016.

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

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2016. **Sistemas de Produção de Melão**. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br>> Acesso: 08 jan. 2018.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso: 08 jan. 2018.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000. São Carlos, SP: SIB, p. 255-258, 2000.

FERNANDES, O. B.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE JÚNIOR, W. P.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Effect of calcium nitrate in the reduction of saline stress in melon plant. **Caatinga Journal**, v. 23, p. 93-103, 2010.

FIGUEIRÊDO, V. B. **Evapotranspiração, crescimento e produção da melancia e melão irrigados com águas de diferentes salinidades**. (Tese doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu - SP, 2008, 104p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agroecologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. UFV: Viçosa, 2003. 402p.

- FINAZZO, S. F., DAVENPORTE, T. L. & SCHAFFER, B. Partitioning of photoassimilates in avocado (*Persea Americana* Mill.) during flowering and fruit set. **Tree Physiology**, v.14 (2): 153-164. 1994.
- FREITAS, L.D.A.; FIGUEREIDO, V.B.; PORTO FILHO, F.Q.; COSTA, J.C.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. S., REZENDE, R. Fruit yield and quality of melon cultivated in greenhouse with carbon dioxide and potassium applications through irrigation water. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, p. 707-717, 2005.
- FOYER, C. H.; GALTIER, N. **Source-sink interaction and communication in leaves**. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A. A. (ed.) *Source-sink relations*. New York: Marcel Dekker Inc., 1996. p. 311-340.
- 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, p. 371-374. 1984.
- GEILFUS, C. M.; ZÖRB, C.; MÜHLING, K. H. Salt stress differentially affects growth-mediating b-expansins in resistant and sensitive maize (*Zea mays* L.) **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 48, p. 993-998, 2010.
- GROENIGEN, J-W. VAN.; KESSEL, C. VAN. Salinity-induced patterns of natural abundance carbon-13 and nitrogen-15 in plant and soil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 66, p. 489-498, 2002.
- GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Growth of melon cultivated under saline stress and potassium doses. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 14, p. 3-10, 2010.
- GUY, R. D.; REID, D. M.; KROUSE, H. R. Shifts in carbon isotope ratios of two C3 halophyte under natural and artificial conditions. **Oecologia**, v. 44, p. 241-247, 1980.
- HAMMOND, J. B.; WHITE, P. J. Sucrose transport in the phloem: integrating root responses to phosphorus starvation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 93-109, 2008.
- HOEFS, J. **Stable Isotope Geochemistry**, 7 ed. Springer-Verlag, New York, 2015. 389p.
- HUBBARD, N. L.; HUBER, S. C.; PHARR, D. M. Sucrose phosphate synthase and acid invertase as determinants of sucrose concentration in developing muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruits. **Plant Physiology**, v. 91, p. 1527-1534. 1989.
- HUANG, C. H.; ZONG, L.; BUONANNO, M.; XUE, X.; WANG, T.; TEDESCHI, A. Impact of saline water irrigation on yield and quality of melon (*Cucumis melo* cv. Huanghemi) in northwest China. **European Journal of Agronomy**, v. 43, p. 68-76, 2012.
- HUNT, R. **Plant growth curves - An introduction to the functional approach to plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 1982. 279p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso: 08 jan. 2018.

IBRAF - INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>> Acesso: 08 jan. 2018.

KAWASAKI, T.; AKIBA, T.; MORITSUGU, M. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants: I. Water culture experiments in a greenhouse. **Plant and Soil**, v.75, p.75-85, 1983.

KELLOGG, A. E. C4 photosynthesis. **Current Biology**, v. 23, p. 594-599, 2013.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. J. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 1997. 163p.

KOCH, K. E.; SCHRADER, L. E. <sup>14</sup>C-Photosynthate Partitioning and Translocation in Soybeans during Reproductive Development. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 75, n. 4, p. 1040-1043, 1984.

KRIEDEMANN, P. E. <sup>14</sup>C distribution in lemon plants. **Journal Horticultural Science**, v. 44, P. 273-279 1967.

KUŞVURAN, S. Ion regulation in different organs of melon (*Cucumis melo*) genotypes under salt stress. **International journal of agriculture & biology**, v. 14, p. 141-144, 2012.

LAI, R., WOOLLEY, D. J.; LAWES, G. S. Patterns of assimilate transport from leaves to fruit within a kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) lateral. **Journal of Horticultural Science**, v. 63, p. 725-730, 1988.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2006. 531p.

LIDE, D. R. **Handbook of chemistry and physics**, 76th ed. CRC Pres: New York, 1996. Section 11. p.38 –133.

LONG, R. L.; WALSH, K. B.; ROGERS, G.; MIDMORE, D. J. Source-sink manipulation to increase melon (*Cucumis melo* L.) fruit biomass and soluble sugar content. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, p. 1241-1251, 2004.

LÚCIO, W. S.; LACERDA, C. F.; MENDES FILHO, P. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; NEVES, A. L. R.; GOMES FILHO, E. Growth and physiological responses of melon plants inoculated with mycorrhizal fungi under salt stress. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 1587-1602, 2013.

MAGALHÃES, A. C. N. **Fotossíntese**. In: FERRI, M. G., (Ed.). *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU, 1985. p.117-168.

MARSHALL, J.D.; BROOKS, J.R.; LAJTHA, K. **Sources of variation in the stable isotopic composition of plants**. In: MICHENER, R.; LAJTHA, K. *Stable isotopes in ecology and environmental science*. Blackwall Publishing, 2007. p.22-60.

MARSHALL, J.D.; ZHANG, J. Carbon isotope discrimination and water-use efficiency in native plants of the north-central Rockies. **Ecology**, v. 75, p. 1887–1895, 1994.

MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – Current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 103, p. 115-134, 1977.

MATSUURA, K, TANABE, K., TAMURA, F., ITAI, A. Storage and translocation of  $^{13}\text{C}$  photosynthates from ‘Masui Daufine’ fig (*Ficus carica* L.) leaves administrated  $^{13}\text{CO}_2$  in autumn. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 70, n. 1, p. 66-71, 2001.

MEDEIROS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; BARBOSA, M. A. G.; QUEIROGA, R. C. F.; OLIVEIRA, F. A.; FREITAS, W. E. S. Growth of “Pele de Sapo” muskmelon under salinity levels and development stage of plant. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 16, p. 647-654, 2012.

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

MEDEIROS, J. F.; DUARTE, S. R.; FERNANDES, P. D.; DIAS, N. S.; GHEYI, H. R. Growth and N, P and K accumulation by melon irrigated with saline water. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 452-457, 2008.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 469-472, 2003.

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.

MELO, T. K.; MEDEIROS, J. F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PEREIRA, V. C.; CAMPOS, M. S. Evapotranspiration and yield of melon Galia irrigated with water of different salinity and nitrogen fertilization. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 15, p. 1235–1242, 2011.

MENEZES, J. B.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R.E.; MAIA, C. E.; ANDADE, G. G.; ALMEIDA, J. H. S.; VIANA, F. M. P. **Características do melão para exportação**. In: ALVES, R. E. (Ed.). Melão pós colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2000. p.13-22

MINCHIN, P. E. H.; THORPE, M. R.; WUNSCH, J. N.; PALMER, J. W.; PICTON R. F. Carbon partitioning between apple fruits: short- and long-term response to availability of photosynthate. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 48, n. 7, p. 1.401-1.406, 1997.

MIRANDA, F.R. de; SOUZA, F. de; RIBEIRO, R.S.F. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do estado do Ceará. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.63-70, jun. 1999.

MORAIS, E. R. C.; MAIA, C. E.; OLIVEIRA, M. de. Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do departamento de solos e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, RN. **Caatinga**, Mossoró, v. 11, n. 1, p. 75-83, 1998.

MÜLLER, J.; SPRENGER, N.; BORTILIK, K.; BOLLER, T.; WIEMKER, A. Desiccation increases sucrose levels in Ramonda and Haberlea, two genera of resurrection plants in the Gesneriaceae. **Physiology Plantarum**, v. 100, p. 153-158, 1997.

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

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell & 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.

NAVARRO, J. M.; BOTELLA, M. A.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Effect of salinity x calcium interaction on cation balance in melon plants grown under two regions of orthophosphate. **Journal of Plant Nutrition**, v. 23, p. 991-1006, 2000.

OLIVEIRA, O.; MAIA, C. E. Qualidade físico-química da água para a irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p. 17-21. 1998.

ORKUTT, D. M.; NILSEN, E. T. **The physiology of plants under stress-soil and biotic factors**. New York: John Wiley and Sons, 2000. 683p.

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

PATE, J. S. **Carbon isotope discrimination and plant water-use efficiency: case scenarios for C3 plants**. In: UNKOVICH, M.; PATE, J.; MCNEILL, A.; GIBBS, D. J. Stable isotope techniques in the study of biological process and functioning of ecosystems. Dordrecht: Kluwer, 2001. p.19-36.

PEDROSA, J. F. **Cultura do melão**. Mossoró: ESAM, 1997. 51 p.

PEIL, R.M.N.; GÁLVEZ, J.L. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas em invernadero. **Revista Brasileira Agrocência**, v. 11, p. 05-11, 2005.

PIERRE, C. S.; TRETOWAN, R.; REYNOLDS, M. Stem solidness and its relationship to water-soluble carbohydrates: association with wheat yield under water déficit. **Functional Plant Biology**, Collingwood, v. 37, n. 1, p. 166–174, 2010.

- PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUSA, P. S.; DANTAS, D. C. Evolution of salinity and pH of soil cultivated with melon irrigated with brackish water. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 15, p. 1130–1137, 2011.
- POSS, J. A.; GRATTAN, D. L.; SUAREZ, D. L.; GRIEVE, C. M. Stable carbon isotope discrimination: an indicator of cumulative salinity and boron stress in *Eucalyptus camaldulensis*. **Tree Physiology**, v. 20, p. 1121-1127, 2000.
- PRIOR, L. D.; GRIEVE, A. M.; BEVINGTON, K. B.; SLAVICH, P. G. Long-term effects of saline irrigation water on ‘Valencia’ Orange trees: relationships between growth and yield, and salt levels in soil and leaves. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 58, p. 349-358, 2007.
- PURINAN-HARLEY, N.; HARTLEY, J.; SHABALA, L.; SHABALA, S. Salinity-induced accumulation of organic osmolytes in barley and wheat leaves correlates with increased oxidative stress tolerance: In planta evidence for cross-tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 83, p. 32-39, 2014.
- PUIATTI, M.; FINGER, F. L. **Fatores climáticos**. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. Olericultura - teoria e prática. Potafos: Jaboticabal, 2005. Cap 2.
- QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R. Yield and quality of muskmelon fruits varying fruit and leaf numbers per plant. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 115-120, 2008.
- RICHARDS, R.A. Increasing salinity tolerance of grain crops: is it worthwhile? **Plant and Soil**, v. 146, p. 89-98, 1992.
- ROUPAHEL, Y.; CARDARELLI, M.; REA, E.; COLLA, G. Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto *Cucurbita* hybrid rootstocks. **Photosynthetica**, v. 50, n. 2, p. 180-188, 2012.
- SABARI, B.; BOLANDNAZAR, S.; GHADERI, N.; GHASHGHAIE, J. Genotypic differences in physiological and biochemical responses to salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: Prospects for selection of salt tolerant landraces. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 119, p. 294-311, 2017.
- SAGE, R. F.; LI, M.; MONSON, R. K. **The taxonomic distribution of C4 photosynthesis**. In: SAGE, R. F.; MONSON, R. K. C4 Plant Biology. Academic Press, San Diego, 1999. p.551–581.
- SALES JÚNIOR, DANTAS, F.; SALVIANO, A.M.; NUNES, G.H.S. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal-RN. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 286-289, 2006.
- SANDRI, D.; RINALDI, M.; SOUZA, M. R.; OLIVEIRA, H. F. E.; TELES, L. M. Development and quality of melon cultivated in hydroponic system under different substrates and crop bed format. **Irriga**, v. 12, p. 156-167, 2007.

SCHIMMEL, D. **Theory and application of tracers**. San Diego, Academic Press Inc., 1993. 113p.

SHAHEEN, R.; HOOD-NOWOTNY, R. C. Effect of drought and salinity on carbon isotope discrimination in wheat cultivars. **Plant Science**, v. 168, p. 901-909, 2005.

SHANNON, M. C.; FRANÇOIS, L. E. Salt tolerance of three muskmelon cultivars. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v. 103, n. 1, p. 127-130, 1978.

SHARMA, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defence mechanism in plants under stressful condition. **Journal of Botany**, v. 2012, p. 1-26, 2012.

SILVA, A. C.; LEONEL, S.; SOUZA, A. P.; VASCONCELLOS, M. A. S.; RODRIGUES, J. D.; DUCATTI, C. Alocação de fotoassimilados marcados e relação fonte-dreno em figueiras cv. Roxo de Valinhos. 2. Tempo de alocação. **Agrária (Recife. Online)**, v. 6, p. 419-426, 2011.

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

SILVA, M. M.C.; MEDEIROS, J. F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUSA, V. F. Produtividade de frutos do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com e sem cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 202-205, 2005.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. **Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, Fortaleza, 2010. p. 161-179.

SMEDLEY, M. P., DAWSON, T. E., COMSTOCK, J. P., DONOVAN, L. A.; SHERRILL, D. E.; COOK, C. S.; EHLERINGER, J. R. Seasonal carbon isotope discrimination in a grassland community. **Oecologia**, v. 85, p. 314–320, 1991.

SMITH, B.N.; EPSTEIN, S. Two categories of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios for higher plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 47, p. 380-384, 1971.

SULZMAN, E. W. **Stable isotope chemistry and measurement: a primer**. In: MICHENER, R.; LAJTHA, K. Stable isotopes in ecology and environmental science. Blackwell Publishing, 2007. p.1-21.

STEPANSKY, A.; KOVALSKI, I.; SCHAFFER, A. A.; PERL-TREVES, R. Variation in sugar levels and invertase activity in mature fruit representing a broad spectrum of *Cucumis melo* genotypes. **Genetic Resour. and Crop Evolution**, v. 46, p. 53-62, 1999.

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



TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 5 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2013. 918p.

TEDESCHI, A.; LAVINI, A.; RICCARDI, M.; PULVENTO, C.; D'ANDRIA, R. Melon crops (*Cucumis melo* L., cv. Tendral) grown in a Mediterranean environment under saline-sodic conditions: part I: Yield and quality. **Agricultural Water Management**, v. 98, p. 1329–1338, 2011.

TEDESCHI, A.; ZONG, L.; HUANG, C. H.; VITALE, L.; VOLPE, M. G.; XUE, X. Effect of salinity on growth parameters, soil water potential and ion composition in *Cucumis melo* cv. Huanghemi in North-Western China. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 203, p. 41-55, 2017.

TOFIÑO, A., FREGENE, M., CEBALLOS, H., CABAL, D. Regulación de la biosíntesis del almidón en plantas terrestres: perspectivas de modificación. **Acta Agronómica**, Palmira, Colombia, v. 55, n. 1, p. 1-16, 2006.

VALANTIN, M. M.; VAISSIERE, B. E.; GARY, C.; ROBIN, P. Source-sink balance affects reproductive development and fruit quality in cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 86, p. 105-117, 2006.

VASCONCELLOS, M. A. S. **Uso do carbono-13 como marcador na partição de fotoassimilados em maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryander.)**. (Tese doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu - SP, 2001, 106p.

WALKER, C. D.; SINCLAIR, R. Soil salinity is correlated with a decline in  $^{13}\text{C}$  discrimination in leaves of *Atriplex* species. **Australian Journal of Ecology**, v. 17, p. 83-88, 1992.

XAVIER, A. M.; LIMA, A. G.; VIGNA, C. R. M.; VERBI, F. M.; BORTOLETO, G. G.; GORAIEB, K.; COLLINS, C. H.; BUENO, M. I. M. S. Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 83-91, 2007.

YANO, T.; INOUE, H.; SHIMIZU, Y.; SHINKAI, S. Dry matter partitioning and carbohydrate status of 'Kawanakajima Hakuto' peach trees grafted onto diferente rootstocks or with an interstock at pre- bloom period. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 71, n. 2, p. 164-170, 2002.

ZHANG, C.; TANABE, K.; TAMURA, F.; ITAI, A.; WANG, S. Partitioning of  $^{13}\text{C}$  photosynthate from spur leaves during fruit growth of three pear (*Pyrus pyrifolia*) cultivars differing in maturation date. **Annals of Botany**, Oxford, v. 95, n. 4, p. 685-693, 2005.

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

## ANEXO A – ANÁLISES DE VARIÂNCIAS

**Biometria, trocas gasosas, acúmulo de solutos e produção e qualidade de melões cantaloupes irrigados com diferentes águas salinas em região semiárida.**

### Análise de Variância da Figura 3 A – Açúcares Solúveis Totais na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	513.413762	171.137921	3.150	0.0647
Linear	1	141.112923	141.112923	2.597	0.1330
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>372.099200</b>	<b>372.099200</b>	<b>6.849</b>	<b>0.0230</b>
Erro 1	12	651.988625	54.332385		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>905.251250</b>	<b>905.251250</b>	<b>8.394</b>	<b>0.0134</b>
CEa*HIB	3	242.383375	80.794458	0.749	0.5435
Erro 2	12	1294.164875	107.847073		
Total corrigido	31	3607.201888			
CV 1 (%) =	14.07				
CV 2 (%) =	19.82				
Média geral:	52.4018750	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 B – Açúcares Solúveis Totais na Fase de Frutificação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	43.853609	14.617870	3.112	0.0666
Linear	1	17.642481	17.642481	3.756	0.0770
Quadrática	1	19.734903	19.734903	4.201	0.0630
Erro 1	12	56.366063	4.697172		
HIB	1	2.743653	2.743653	1.454	0.2512
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>49.324284</b>	<b>16.441428</b>	<b>8.711</b>	<b>0.0024</b>
Erro 2	12	22.648612	1.887384		
Total corrigido	31	174.936222			
CV 1 (%) =	9.32				
CV 2 (%) =	5.91				
Média geral:	23.2484375	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 C – Açúcares Solúveis Totais na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	55.555134	18.518378	1.883	0.1863
Linear	1	2.031756	2.031756	0.207	0.6580
Quadrática	1	44.109528	44.109528	4.485	0.0560
Erro 1	12	118.021863	9.835155		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>91.564278</b>	<b>91.564278</b>	<b>12.988</b>	<b>0.0036</b>
CEa*HIB	3	68.379159	22.793053	3.233	0.0607
Erro 2	12	84.601513	7.050126		
Total corrigido	31	418.121947			
CV 1 (%) =	26.94				
CV 2 (%) =	22.81				
Média geral:	11.6421875	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 E – Concentração de Potássio na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	1296.841434	432.280478	31.565	0.0000
Linear	1	1184.777826	1184.777826	86.512	0.0000
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>107.861328</b>	<b>107.861328</b>	<b>7.876</b>	<b>0.0160</b>
Erro 1	12	164.339012	13.694918		
HIB	1	16.145403	16.145403	2.676	0.1278
CEa*HIB	3	28.164434	9.388145	1.556	0.2511
Erro 2	12	72.402512	6.033543		
Total corrigido	31	1577.892797			
CV 1 (%) =	12.11				
CV 2 (%) =	8.04				
Média geral:	30.5553125	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 F – Concentração de Potássio na Fase de Frutificação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	636.227734	212.075911	7.572	0.0042
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>636.205641</b>	<b>636.205641</b>	<b>22.717</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	0.000703	0.000703	0.000	0.9960
Erro 1	12	336.075312	28.006276		
HIB	1	26.371953	26.371953	2.828	0.1184
CEa*HIB	3	36.525234	12.175078	1.306	0.3178
Erro 2	12	111.901562	9.325130		
Total corrigido	31	1147.101797			
CV 1 (%) =	21.16				
CV 2 (%) =	12.21				
Média geral:	25.0046875	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 G – Concentração de Potássio na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	33.670834	11.223611	4.161	0.0309
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>13.322931</b>	<b>13.322931</b>	<b>4.940</b>	<b>0.0460</b>
Quadrática	1	10.091278	10.091278	3.742	0.0770
Erro 1	12	32.364338	2.697028		
HIB	1	8.070153	8.070153	2.469	0.1421
CEa*HIB	3	10.979209	3.659736	1.120	0.3797
Erro 2	12	39.226088	3.268841		
Total corrigido	31	124.310622			
CV 1 (%) =	15.44				
CV 2 (%) =	16.99				
Média geral:	10.6384375	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 I – Concentração de Sódio na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	3459.187209	1153.062403	785.879	0.0000
Linear	1	3388.268526	3388.268526	2309.302	0.0000
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>61.688278</b>	<b>61.688278</b>	<b>42.044</b>	<b>0.0000</b>
Erro 1	12	17.606712	1.467226		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>54.418528</b>	<b>54.418528</b>	<b>19.527</b>	<b>0.0008</b>
CEa*HIB	3	27.138459	9.046153	3.246	0.0601
Erro 2	12	33.442462	2.786872		
Total corrigido	31	3591.793372			
CV 1 (%) =	6.78				
CV 2 (%) =	9.34				
Média geral:	17.8759375	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 J – Concentração de Sódio na Fase de Frutificação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	240.410337	80.136779	38.032	0.0000
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>237.315123</b>	<b>237.315123</b>	<b>112.626</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	0.738113	0.738113	0.350	0.5650
Erro 1	12	25.285350	2.107113		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>6.606613</b>	<b>6.606613</b>	<b>4.955</b>	<b>0.0460</b>
CEa*HIB	3	11.221338	3.740446	2.805	0.0850
Erro 2	12	16.001350	1.333446		
-----					
Total corrigido	31	299.524988			
-----					
CV 1 (%) =	20.31				
CV 2 (%) =	16.16				
Média geral:	7.1456250	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 K – Concentração de Sódio na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	69.511250	23.170417	37.682	0.0000
Linear	1	68.644000	68.644000	111.635	0.0000
Quadrática	1	0.405000	0.405000	0.659	0.4330
Erro 1	12	7.378750	0.614896		
HIB	1	1.950312	1.950312	2.518	0.1386
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>12.003438</b>	<b>4.001146</b>	<b>5.165</b>	<b>0.0160</b>
Erro 2	12	9.296250	0.774688		
-----					
Total corrigido	31	100.140000			
-----					
CV 1 (%) =	20.11				
CV 2 (%) =	22.57				
Média geral:	3.9000000	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 M – Concentração de Cloro na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	1966.989534	655.663178	178.269	0.0000
Linear	1	1860.155016	1860.155016	505.761	0.0000
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>74.389503</b>	<b>74.389503</b>	<b>20.22</b>	<b>0.0010</b>
Erro 1	12	44.135212	3.677934		
HIB	1	5.891028	5.891028	0.476	0.5034
CEa*HIB	3	60.014959	20.004986	1.616	0.2375
Erro 2	12	148.511963	12.375997		
-----					
Total corrigido	31	2225.542697			
-----					
CV 1 (%) =	7.62				
CV 2 (%) =	13.98				
Média geral:	25.1596875	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 N – Concentração de Cloro na Fase de Frutificação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	110.543159	36.847720	1.242	0.3377
Linear	1	53.280181	53.280181	1.796	0.2050
Quadrática	1	55.836028	55.836028	1.882	0.1950
Erro 1	12	356.073987	29.672832		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>347.886253</b>	<b>347.886253</b>	<b>20.769</b>	<b>0.0007</b>
CEa*HIB	3	128.500809	42.833603	2.557	0.1041
Erro 2	12	201.003388	16.750282		
-----					
Total corrigido	31	1144.007597			
-----					
CV 1 (%) =	15.90				
CV 2 (%) =	11.95				
Média geral:	34.2553125	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 3 O – Concentração de Cloro na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	227.389763	75.796588	2.302	0.1290
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>200.435290</b>	<b>200.435290</b>	<b>6.088</b>	<b>0.0300</b>
Quadrática	1	26.608512	26.608512	0.808	0.3860
Erro 1	12	395.047225	32.920602		
HIB	1	326.912450	326.912450	7.196	0.0199
CEa*HIB	3	77.127175	25.709058	0.566	0.6479
Erro 2	12	545.157875	45.429823		
Total corrigido	31	1571.634488			
CV 1 (%) =	13.44				
CV 2 (%) =	15.79				
Média geral:	42.6868750	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 A – Compirmento do Ramo na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	1163.228184	387.742728	37.075	0.0000
Linear	1	1160.629156	1160.629156	110.977	0.0000
Quadrática	1	0.790653	0.790653	0.076	0.7880
Erro 1	12	125.498937	10.458245		
HIB	1	35.427153	35.427153	16.999	0.0014
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>122.971759</b>	<b>40.990586</b>	<b>19.668</b>	<b>0.0001</b>
Erro 2	12	25.009037	2.084086		
Total corrigido	31	1472.135072			
CV 1 (%) =	26.34				
CV 2 (%) =	11.76				
Média geral:	12.2790625	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 B – Compirmento do Ramo na Fase de Frutificação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	28873.255359	9624.418453	29.914	0.0000
Linear	1	28737.908601	28737.908601	89.321	0.0000
Quadrática	1	69.001878	69.001878	0.214	0.6520
Erro 1	12	3860.841738	321.736811		
HIB	1	42.758128	42.758128	0.180	0.6791
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>2651.403034</b>	<b>883.801011</b>	<b>3.714</b>	<b>0.0424</b>
Erro 2	12	2855.568988	237.964082		
Total corrigido	31	38283.827247			
CV 1 (%) =	13.30				
CV 2 (%) =	11.43				
Média geral:	134.9028125	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 C – Compirmento do Ramo na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	44445.312034	14815.104011	56.382	0.0000
Linear	1	41977.764951	41977.764951	159.754	0.0000
Quadrática	1	1373.797153	1373.797153	5.228	0.0410
Erro 1	12	3153.172338	262.764361		
HIB	1	76.973028	76.973028	0.193	0.6685
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>5169.611484</b>	<b>1723.203828</b>	<b>4.315</b>	<b>0.0278</b>
Erro 2	12	4792.561138	399.380095		
Total corrigido	31	57637.630022			
CV 1 (%) =	9.00				
CV 2 (%) =	11.10				
Média geral:	180.0484375	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 E – Diâmetro do Ramo na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>19.655712</b>	<b>6.551904</b>	<b>21.084</b>	<b>0.0000</b>
Linear	1	16.563690	16.563690	53.301	0.0000
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>2.508800</b>	<b>2.508800</b>	<b>8.073</b>	<b>0.0150</b>
Erro 1	12	3.729075	0.310756		
HIB	1	0.115200	0.115200	0.512	0.4882
CEa*HIB	3	0.732325	0.244108	1.084	0.3930
Erro 2	12	2.702475	0.225206		
Total corrigido	31	26.934787			
CV 1 (%) =	9.23				
CV 2 (%) =	7.86				
Média geral:	6.0406250	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 F – Diâmetro do Ramo na Fase de Frutificação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>25.387709</b>	<b>8.462570</b>	<b>20.772</b>	<b>0.0000</b>
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>22.974981</b>	<b>22.974981</b>	<b>56.39</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	0.229503	0.229503	0.563	0.4670
Erro 1	12	4.888837	0.407403		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>20.145378</b>	<b>20.145378</b>	<b>56.005</b>	<b>0.0000</b>
CEa*HIB	3	1.699284	0.566428	1.575	0.2468
Erro 2	12	4.316487	0.359707		
Total corrigido	31	56.437697			
CV 1 (%) =	5.60				
CV 2 (%) =	5.26				
Média geral:	11.4003125	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 G – Diâmetro do Ramo na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>30.387662</b>	<b>10.129221</b>	<b>21.914</b>	<b>0.0000</b>
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>29.138490</b>	<b>29.138490</b>	<b>63.038</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	0.328050	0.328050	0.710	0.4160
Erro 1	12	5.546825	0.462235		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>27.343013</b>	<b>27.343013</b>	<b>55.873</b>	<b>0.0000</b>
CEa*HIB	3	0.681362	0.227121	0.464	0.7126
Erro 2	12	5.872525	0.489377		
Total corrigido	31	69.831388			
CV 1 (%) =	5.48				
CV 2 (%) =	5.63				
Média geral:	12.4156250	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 I – Número de Folhas na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	1343.625000	447.875000	54.702	0.0000
Linear	1	1334.025000	1334.025000	162.934	0.0000
Quadrática	1	8.000000	8.000000	0.977	0.3420
Erro 1	12	98.250000	8.187500		
HIB	1	28.125000	28.125000	11.345	0.0056
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>68.125000</b>	<b>22.708333</b>	<b>9.160</b>	<b>0.0020</b>
Erro 2	12	29.750000	2.479167		
Total corrigido	31	1567.875000			
CV 1 (%) =	16.89				
CV 2 (%) =	9.30				
Média geral:	16.9375000	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 J – Número de Folhas na Fase de Frutificação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	57540.343750	19180.114583	27.867	0.0000
Linear	1	57418.506250	57418.506250	83.423	0.0000
Quadrática	1	11.281250	11.281250	0.016	0.9000
Erro 1	12	8259.375000	688.281250		
HIB	1	1092.781250	1092.781250	1.280	0.2800
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>10103.843750</b>	<b>3367.947917</b>	<b>3.945</b>	<b>0.0360</b>
Erro 2	12	10245.875000	853.822917		
Total corrigido	31	87242.218750			
CV 1 (%) =		17.63			
CV 2 (%) =		19.63			
Média geral:	148.8437500		Número de observações:	32	

### Análise de Variância da Figura 4 K – Número de Folhas na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>64643.625000</b>	<b>21547.875000</b>	<b>11.615</b>	<b>0.0007</b>
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>61544.025000</b>	<b>61544.025000</b>	<b>33.174</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	2178.000000	2178.000000	1.174	0.3000
Erro 1	12	22262.250000	1855.187500		
HIB	1	2415.125000	2415.125000	1.665	0.2212
CEa*HIB	3	6186.625000	2062.208333	1.422	0.2847
Erro 2	12	17404.250000	1450.354167		
Total corrigido	31	112911.875000			
CV 1 (%) =		20.61			
CV 2 (%) =		18.23			
Média geral:	208.9375000		Número de observações:	32	

### Análise de Variância da Figura 4 M – Área Foliar na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	1536635.057500	512211.685833	35.848	0.0000
Linear	1	1521000.000000	1521000.000000	106.450	0.0000
Quadrática	1	14441.501250	14441.501250	1.011	0.3350
Erro 1	12	171460.117500	14288.343125		
HIB	1	92278.080000	92278.080000	21.850	0.0005
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>112657.832500</b>	<b>37552.610833</b>	<b>8.892</b>	<b>0.0022</b>
Erro 2	12	50678.087500	4223.173958		
Total corrigido	31	1963709.175000			
CV 1 (%) =		28.97			
CV 2 (%) =		15.75			
Média geral:	412.6625000		Número de observações:	32	

### Análise de Variância da Figura 4 N – Área Foliar na Fase de Frutificação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>528284115.907900</b>	<b>176094705.302633</b>	<b>24.897</b>	<b>0.0000</b>
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>525401578.746810</b>	<b>525401578.746810</b>	<b>74.283</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	93091.810050	93091.810050	0.013	0.9110
Erro 1	12	84875305.905600	7072942.158800		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>42572178.558450</b>	<b>42572178.558450</b>	<b>7.755</b>	<b>0.0165</b>
CEa*HIB	3	38334992.875650	12778330.958550	2.328	0.1262
Erro 2	12	65874253.402400	5489521.116867		
Total corrigido	31	759940846.650000			
CV 1 (%) =		25.65			
CV 2 (%) =		22.60			
Média geral:	10368.3175000		Número de observações:	32	

### Análise de Variância da Figura 4 O – Área Foliar na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>685400684.761775</b>	<b>228466894.920592</b>	<b>43.420</b>	<b>0.0000</b>
Linear	1	646845085.582240	646845085.582240	122.933	0.0000
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>35518415.436112</b>	<b>35518415.436112</b>	<b>6.750</b>	<b>0.0230</b>
Erro 1	12	63141377.241825	5261781.436819		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>135127675.954012</b>	<b>135127675.954012</b>	<b>29.884</b>	<b>0.0001</b>
CEa*HIB	3	23717130.593862	7905710.197954	1.748	0.2104
Erro 2	12	54260587.381125	4521715.615094		
-----					
Total corrigido	31	961647455.932600			
-----					
CV 1 (%) =	16.51				
CV 2 (%) =	15.30				
Média geral:	13896.9175000	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 Q – Massa Seca da Parte Aérea na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	93.558850	31.186283	38.332	0.0000
Linear	1	92.903040	92.903040	114.189	0.0000
Quadrática	1	0.000450	0.000450	0.001	0.9820
Erro 1	12	9.763100	0.813592		
HIB	1	6.090050	6.090050	47.504	0.0000
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>8.672950</b>	<b>2.890983</b>	<b>22.551</b>	<b>0.0000</b>
Erro 2	12	1.538400	0.128200		
-----					
Total corrigido	31	119.623350			
-----					
CV 1 (%) =	29.78				
CV 2 (%) =	11.82				
Média geral:	3.0287500	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 R – Massa Seca da Parte Aérea na Fase de Frutificação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>25266.847384</b>	<b>8422.282461</b>	<b>38.547</b>	<b>0.0000</b>
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>25225.757376</b>	<b>25225.757376</b>	<b>115.453</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	40.028878	40.028878	0.183	0.6760
Erro 1	12	2621.931888	218.494324		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>2100.978253</b>	<b>2100.978253</b>	<b>5.005</b>	<b>0.0450</b>
CEa*HIB	3	2580.806609	860.268870	2.049	0.1607
Erro 2	12	5037.191787	419.765982		
-----					
Total corrigido	31	37607.755922			
-----					
CV 1 (%) =	18.02				
CV 2 (%) =	24.98				
Média geral:	82.0234375	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 4 S – Massa Seca da Parte Aérea na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>49436.425534</b>	<b>16478.808511</b>	<b>19.656</b>	<b>0.0001</b>
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>46787.310016</b>	<b>46787.310016</b>	<b>55.809</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	2448.075378	2448.075378	2.920	0.1130
Erro 1	12	10060.132538	838.344378		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>6575.464503</b>	<b>6575.464503</b>	<b>15.328</b>	<b>0.0021</b>
CEa*HIB	3	4245.016209	1415.005403	3.298	0.0577
Erro 2	12	5147.904137	428.992011		
-----					
Total corrigido	31	75464.942922			
-----					
CV 1 (%) =	22.38				
CV 2 (%) =	16.01				
Média geral:	129.4034375	Número de observações:	32		



### Análise de Variância da Figura 5 A – Assimilação Líquida de CO<sub>2</sub> na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	54.890609	18.296870	4.775	0.0205
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>51.722131</b>	<b>51.722131</b>	<b>13.498</b>	<b>0.0030</b>
Quadrática	1	1.300078	1.300078	0.339	0.5710
Erro 1	12	45.980537	3.831711		
HIB	1	0.139128	0.139128	0.070	0.7962
CEa*HIB	3	7.294534	2.431511	1.219	0.3451
Erro 2	12	23.934987	1.994582		
Total corrigido	31	132.239797			
CV 1 (%) =	8.85				
CV 2 (%) =	6.38				
Média geral:	22.1246875	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 5 A – Assimilação Líquida de CO<sub>2</sub> na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	246.986234	82.328745	5.640	0.0120
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>217.552281</b>	<b>217.552281</b>	<b>14.905</b>	<b>0.0020</b>
Quadrática	1	29.356953	29.356953	2.011	0.1820
Erro 1	12	175.154712	14.596226		
HIB	1	10.822878	10.822878	2.041	0.1786
CEa*HIB	3	3.462259	1.154086	0.218	0.8823
erro 2	12	63.624813	5.302068		
Total corrigido	31	500.050897			
CV 1 (%) =	22.19				
CV 2 (%) =	13.37				
Média geral:	17.2203125	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 5 B – Condutância Estomática na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	0.120259	0.040086	3.039	0.0705
Linear	1	0.074391	0.074391	4.315	0.0600
Quadrática	1	0.034453	0.034453	1.999	0.1830
Erro 1	12	0.158263	0.013189		
HIB	1	0.009453	0.009453	2.051	0.1777
CEa*HIB	3	0.009484	0.003161	0.686	0.5777
Erro 2	12	0.055313	0.004609		
Total corrigido	31	0.352772			
CV 1 (%) =	19.27				
CV 2 (%) =	11.39				
Média geral:	0.5959375	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 5 B – Condutância Estomática na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>0.070809</b>	<b>0.023603</b>	<b>4.181</b>	<b>0.0305</b>
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>0.068476</b>	<b>0.068476</b>	<b>12.131</b>	<b>0.0050</b>
Quadrática	1	0.001653	0.001653	0.293	0.5980
Erro 1	12	0.067738	0.005645		
HIB	1	0.000378	0.000378	0.256	0.6222
CEa*HIB	3	0.008134	0.002711	1.834	0.1946
Erro 2	12	0.017738	0.001478		
Total corrigido	31	0.164797			
CV 1 (%) =	40.54				
CV 2 (%) =	20.75				
Média geral:	0.1853125	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 5 C – Transpiração Foliar na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	1.211434	0.403811	0.556	0.6538
Linear	1	0.465481	0.465481	0.641	0.4390
Quadrática	1	0.618828	0.618828	0.852	0.3740
Erro 1	12	8.712538	0.726045		
HIB	1	0.261003	0.261003	3.418	0.0893
CEa*HIB	3	0.557659	0.185886	2.434	0.1153
Erro 2	12	0.916387	0.076366		
Total corrigido	31	11.659022			
CV 1 (%) =	16.67				
CV 2 (%) =	5.41				
Média geral:	5.1115625	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 5 C – Transpiração Foliar na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>2.501175</b>	<b>0.833725</b>	<b>8.676</b>	<b>0.0025</b>
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>2.376563</b>	<b>2.376563</b>	<b>24.731</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	0.048050	0.048050	0.500	0.4930
Erro 1	12	1.153175	0.096098		
HIB	1	0.005000	0.005000	0.103	0.7536
CEa*HIB	3	0.424625	0.141542	2.921	0.0775
erro 2	12	0.581575	0.048465		
Total corrigido	31	4.665550			
CV 1 (%) =	10.54				
CV 2 (%) =	7.48				
Média geral:	2.9412500	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 5 D – Eficiência de Uso da Água na Fase Vegetativa

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	5.549175	1.849725	1.955	0.1746
Linear	1	4.257562	4.257562	4.501	0.0550
Quadrática	1	0.994050	0.994050	1.051	0.3260
Erro 1	12	11.351475	0.945956		
HIB	1	0.148512	0.148512	0.891	0.3637
CEa*HIB	3	1.189863	0.396621	2.381	0.1207
Erro 2	12	1.999325	0.166610		
Total corrigido	31	20.238350			
CV 1 (%) =	22.07				
CV 2 (%) =	9.26				
Média geral:	4.4062500	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 5 D – Eficiência de Uso da Água na Fase de Maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	8.158759	2.719586	7.630	0.0041
Linear	1	6.205501	6.205501	17.410	0.0010
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>1.819278</b>	<b>1.819278</b>	<b>5.104</b>	<b>0.0430</b>
Erro 1	12	4.277263	0.356439		
HIB	1	0.166753	0.166753	0.290	0.6001
CEa*HIB	3	0.178084	0.059361	0.103	0.9567
Erro 2	12	6.900812	0.575068		
Total corrigido	31	19.681672			
CV 1 (%) =	10.14				
CV 2 (%) =	12.88				
Média geral:	5.8890625	Número de observações:	32		

## Análise de Variância da Figura 6 A – Número de Frutos por Planta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	5.125000	1.708333	27.333	0.0000
Linear	1	4.900000	4.900000	78.400	0.0000
Quadrática	1	0.000000	0.000000	0.000	0.9980
Erro 1	12	0.750000	0.062500		
HIB	1	2.000000	2.000000	32.000	0.0001
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>1.250000</b>	<b>0.416667</b>	<b>6.667</b>	<b>0.0067</b>
Erro 2	12	0.750000	0.062500		
Total corrigido	31	9.875000			
CV 1 (%) =	10.26				
CV 2 (%) =	10.26				
Média geral:	2.4375000	Número de observações:	32		

## Análise de Variância da Figura 6 B – Peso Médio dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	1802595.673309	600865.224436	25.677	0.0000
Linear	1	1788209.398201	1788209.398201	76.417	0.0000
Quadrática					
Erro 1	12	280808.813388	23400.734449		
HIB	1	469381.182753	469381.182753	22.216	0.0005
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>283408.060459</b>	<b>94469.353486</b>	<b>4.471</b>	<b>0.0250</b>
Erro 2	12	253532.615938	21127.717995		
Total corrigido	31	3089726.345847			
CV 1 (%) =	13.29				
CV 2 (%) =	12.63				
Média geral:	1151.0128125	Número de observações:	32		

## Análise de Variância da Figura 6 C – Produtividade dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	1.390349283E+0009	463449761.146720	83.870	0.0000
Linear	1	1346846070.342151	1346846070.342151	243.739	0.0000
Quadrática	1	31468009.617253	31468009.617253	5.695	0.0340
Erro 1	12	66309355.251413	5525779.604284		
HIB	1	2593725.186003	2593725.186003	0.768	0.3981
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>138648083.377684</b>	<b>46216027.792561</b>	<b>13.682</b>	<b>0.0003</b>
Erro 2	12	40533107.074162	3377758.922847		
Total corrigido	31	1.638433554E+0009			
CV 1 (%) =	13.21				
CV 2 (%) =	10.32				
Média geral:	17801.0784375	Número de observações:	32		

## Análise de Variância da Figura 6 D – Diâmetro Longitudinal dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	34.828959	11.609653	17.432	0.0001
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>34.475206</b>	<b>34.475206</b>	<b>51.764</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	0.063903	0.063903	0.096	0.7620
Erro 1	12	7.992113	0.666009		
HIB	1	5.224528	5.224528	12.544	0.0041
CEa*HIB	3	4.030209	1.343403	3.226	0.0611
Erro 2	12	4.997813	0.416484		
Total corrigido	31	57.073622			
CV 1 (%) =	6.15				
CV 2 (%) =	4.87				
Média geral:	13.2615625	Número de observações:	32		

## Análise de Variância da Figura 6 E – Diâmetro Equatorial dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	25.481434	8.493811	30.333	0.0000
Linear	1	25.480141	25.480141	90.994	0.0000
Quadrática	1	0.000028	0.000028	0.000	0.9920
Erro 1	12	3.360237	0.280020		
HIB	1	5.273128	5.273128	14.517	0.0025
<b>SAL*HIB</b>	<b>3</b>	<b>4.434284</b>	<b>1.478095</b>	<b>4.069</b>	<b>0.0329</b>
Erro 2	12	4.358937	0.363245		
Total corrigido	31	42.908022			
CV 1 (%) =	4.11				
CV 2 (%) =	4.68				
Média geral:	12.8684375	Número de observações:	32		

## Análise de Variância da Figura 6 F – Espessura da Polpa dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	319.772425	106.590808	20.474	0.0000
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>306.749822</b>	<b>306.749822</b>	<b>58.921</b>	<b>0.0000</b>
Quadrática	1	1.881800	1.881800	0.361	0.5590
Erro 1	12	62.473425	5.206119		
HIB	1	103.896112	103.896112	20.042	0.0008
CEa*HIB	3	39.431913	13.143971	2.536	0.1060
Erro 2	12	62.206075	5.183840		
Total corrigido	31	587.779950			
CV 1 (%) =	6.90				
CV 2 (%) =	6.89				
Média geral:	33.0637500	Número de observações:	32		

## Análise de Variância da Figura 6 G – Espessura da Casca dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	2.119775	0.706592	1.876	0.1875
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>2.038523</b>	<b>2.038523</b>	<b>5.411</b>	<b>0.0380</b>
Quadrática	1	0.018050	0.018050	0.048	0.8300
Erro 1	12	4.520725	0.376727		
HIB	1	0.048050	0.048050	0.303	0.5919
CEa*HIB	3	0.850775	0.283592	1.790	0.2026
Erro 2	12	1.901275	0.158440		
Total corrigido	31	9.440600			
CV 1 (%) =	11.03				
CV 2 (%) =	7.16				
Média geral:	5.5625000	Número de observações:	32		

## Análise de Variância da Figura 6 H – Firmeza da Polpa dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	1.609234	0.536411	6.415	0.0077
<b>Linear</b>	<b>1</b>	<b>1.294201</b>	<b>1.294201</b>	<b>15.478</b>	<b>0.0020</b>
Quadrática	1	0.203203	0.203203	2.430	0.1450
Erro 1	12	1.003412	0.083618		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>1.660753</b>	<b>1.660753</b>	<b>25.245</b>	<b>0.0003</b>
CEa*HIB	3	0.470084	0.156695	2.382	0.1205
Erro 2	12	0.789413	0.065784		
Total corrigido	31	5.532897			
CV 1 (%) =	7.25				
CV 2 (%) =	6.43				
Média geral:	3.9903125	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 6 I – Sólidos Solúveis dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	3.252500	1.084167	1.855	0.1910
Linear	1	0.342250	0.342250	0.586	0.4590
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>2.880000</b>	<b>2.880000</b>	<b>4.928</b>	<b>0.0460</b>
Erro 1	12	7.012500	0.584375		
<b>HIB</b>	<b>1</b>	<b>3.920000</b>	<b>3.920000</b>	<b>5.683</b>	<b>0.0345</b>
CEa*HIB	3	6.032500	2.010833	2.915	0.0778
Erro 2	12	8.277500	0.689792		
Total corrigido	31	28.495000			
CV 1 (%) =	6.25				
CV 2 (%) =	6.79				
Média geral:	12.2375000	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 6 J – Açúcares Solúveis Totais dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	5.751009	1.917003	2.465	0.1124
Linear	1	1.144131	1.144131	1.471	0.2480
Quadrática	1	4.598028	4.598028	5.913	0.0320
Erro 1	12	9.330838	0.777570		
HIB	1	3.678828	3.678828	6.062	0.0299
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>11.476484</b>	<b>3.825495</b>	<b>6.303</b>	<b>0.0082</b>
Erro 2	12	7.282838	0.606903		
Total corrigido	31	37.519997			
CV 1 (%) =	7.93				
CV 2 (%) =	7.00				
Média geral:	11.1253125	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 6 K – Sacarose dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CEa	3	7.857112	2.619037	3.012	0.0720
Linear	1	1.451610	1.451610	1.670	0.2210
Quadrática	1	6.319013	6.319013	7.268	0.0190
Erro 1	12	10.432775	0.869398		
HIB	1	5.611250	5.611250	8.845	0.0116
<b>CEa*HIB</b>	<b>3</b>	<b>13.256575</b>	<b>4.418858</b>	<b>6.965</b>	<b>0.0057</b>
Erro 2	12	7.612975	0.634415		
Total corrigido	31	44.770688			
CV 1 (%) =	10.34				
CV 2 (%) =	8.83				
Média geral:	9.0181250	Número de observações:	32		

### Análise de Variância da Figura 6 L – Frutose dos Frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>0.043600</b>	<b>0.014533</b>	<b>3.932</b>	<b>0.0363</b>
Linear	1	0.003240	0.003240	0.877	0.3680
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>0.028800</b>	<b>0.028800</b>	<b>7.793</b>	<b>0.0160</b>
Erro 1	12	0.044350	0.003696		
HIB	1	0.103513	0.103513	41.894	0.0000
CEa*HIB	3	0.019238	0.006413	2.595	0.1008
Erro 2	12	0.029650	0.002471		
Total corrigido	31	0.240350			
CV 1 (%) =	6.23				
CV 2 (%) =	5.09				
Média geral:	0.9762500	Número de observações:	32		

## Análise de Variância da Figura 6 L – Glicose dos Frutos

GV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>CEa</b>	<b>3</b>	<b>0.053484</b>	<b>0.017828</b>	<b>4.284</b>	<b>0.0284</b>
Linear	1	0.005881	0.005881	1.413	0.2580
<b>Quadrática</b>	<b>1</b>	<b>0.039903</b>	<b>0.039903</b>	<b>9.589</b>	<b>0.0090</b>
Erro 1	12	0.049937	0.004161		
HIB	1	0.014878	0.014878	5.625	0.0353
CEa*HIB	3	0.018034	0.006011	2.273	0.1323
Erro 2	12	0.031737	0.002645		
Total corrigido	31	0.168072			
CV 1 (%) =	5.75				
CV 2 (%) =	4.59				
Média geral:	1.1209375	Número de observações:	32		

Use of  $^{13}\text{C}$  isotope to determine the translocation of photoassimilates in cantaloupe melon plants cultivated under salinity

## Analysis of Variance Figure 11 A – Leaves Dry Mass in Two weeks before last

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	8.593669	8.593669	77.843	0.0000
REG	5	41.515835	8.303167	75.211	0.0000
<b>ECw*REG</b>	<b>5</b>	<b>2.269369</b>	<b>0.453874</b>	<b>4.111</b>	<b>0.0047</b>
Error	36	3.974325	0.110398		
Total corrected	47	56.353198			
C.V. (%) =	17.91				
Mean:	1.852083	Number of Observations:	48		

Analysis of Variance – CO<sub>2</sub> assimilation rate in Two weeks before last

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	24.367500	24.367500	2.388	0.1310
REG	5	28.720717	5.744143	0.563	0.7277
ECw*REG	5	84.771625	16.954325	1.661	0.1690
Error	36	367.374350	0.110398		
Total corrected	47	505.234192			
C.V. (%) =	20.32				
Mean:	15.7220833	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 11 B – Sodium concentration in Two weeks before last

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	280.333333	280.333333	474.953	0.0000
REG	5	20.620667	4.124133	6.987	0.0001
<b>ECw*REG</b>	<b>5</b>	<b>23.807067</b>	<b>4.761413</b>	<b>8.067</b>	<b>0.0000</b>
Error	36	21.248400	0.590233		
Total corrected	47	346.009467			
C.V. (%) =	10.03				
Mean:	7.6583333	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 11 C – Chloride concentration in Two weeks before last

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	1798.300833	1798.300833	169.863	0.0000
REG	5	141.656117	28.331223	2.676	0.0372
<b>ECw*REG</b>	<b>5</b>	<b>218.841142</b>	<b>43.768228</b>	<b>4.134</b>	<b>0.0045</b>
Error	36	381.124900	10.586803		
-----					
Total corrected	47	2539.922992			
-----					
C.V. (%) =	11.94				
Mean:	27.2395833	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 11 D – Total Sugar in Two weeks before last

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>5077.704502</b>	<b>5077.704502</b>	<b>187.125</b>	<b>0.0000</b>
<b>REG</b>	<b>5</b>	<b>2245.518860</b>	<b>449.103772</b>	<b>16.550</b>	<b>0.0000</b>
<b>ECw*REG</b>	<b>5</b>	<b>220.519260</b>	<b>44.103852</b>	<b>1.625</b>	<b>0.1783</b>
Error	36	976.874325	27.135398		
-----					
Total corrected	47	8520.616948			
-----					
C.V. (%) =	6.00				
Mean:	86.8560417	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 11 E – Sucrose concentration in Two weeks before last

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	2538.538852	2538.538852	118.998	0.0000
REG	5	280.754310	56.150862	2.632	0.0397
<b>ECw*REG</b>	<b>5</b>	<b>503.988210</b>	<b>100.797642</b>	<b>4.725</b>	<b>0.0020</b>
Error	36	767.974225	21.332617		
-----					
Total corrected	47	4091.255598			
-----					
C.V. (%) =	11.74				
Mean:	39.3314583	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 11 F – Fructose concentration in Two weeks before last

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>170.291002</b>	<b>170.291002</b>	<b>32.081</b>	<b>0.0000</b>
<b>REG</b>	<b>5</b>	<b>278.240594</b>	<b>55.648119</b>	<b>10.484</b>	<b>0.0000</b>
ECw*REG	5	62.217510	12.443502	2.344	0.0610
Error	36	191.091275	5.308091		
-----					
Total corrected	47	701.840381			
-----					
C.V. (%) =	18.74				
Mean:	12.2956250	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 11 G – Glucose concentration in Two weeks before last

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>230.300408</b>	<b>230.300408</b>	<b>53.994</b>	<b>0.0000</b>
<b>REG</b>	<b>5</b>	<b>26.809675</b>	<b>5.361935</b>	<b>1.257</b>	<b>0.3035</b>
ECw*REG	5	18.841117	3.768223	0.883	0.5021
Error	36	153.550600	4.265294		
-----					
Total corrected	47	429.501800			
-----					
C.V. (%) =	23.77				
Mean:	8.6900000	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 12 A – Leaves Dry Mass in Last Week

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>1.751852</b>	<b>1.751852</b>	<b>12.485</b>	<b>0.0011</b>
<b>REG</b>	<b>5</b>	<b>42.519535</b>	<b>8.503907</b>	<b>60.607</b>	<b>0.0000</b>
ECw*REG	5	1.419885	0.283977	2.024	0.0986
Error	36	5.051225	0.140312		
Total corrected	47	50.742498			
C.V. (%) =	17.64				
Mean:	2.1235417	Number of Observations:	48		

Analysis of Variance Figure 12 B – CO<sub>2</sub> assimilation rate in Last Week

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>47.980002</b>	<b>47.980002</b>	<b>9.216</b>	<b>0.0044</b>
<b>REG</b>	<b>5</b>	<b>189.992244</b>	<b>37.998449</b>	<b>7.298</b>	<b>0.0001</b>
ECw*REG	5	35.707010	7.141402	1.372	0.2579
Error	36	187.429925	5.206387		
Total corrected	47	461.109181			
C.V. (%) =	20.69				
Mean:	11.0256250	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 12 C – Sodium concentration in Last Week

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	299.700075	299.700075	569.751	0.0000
REG	5	18.352042	3.670408	6.978	0.0001
<b>ECw*REG</b>	<b>5</b>	<b>8.423375</b>	<b>1.684675</b>	<b>3.203</b>	<b>0.0171</b>
Error	36	18.936700	0.526019		
Total corrected	47	345.412192			
C.V. (%) =	11.74				
Mean:	6.1804167	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 12 D – Chloride concentration in Last Week

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	3909.991008	3909.991008	155.985	0.0000
REG	5	832.941650	166.588330	6.646	0.0002
<b>ECw*REG</b>	<b>5</b>	<b>410.702892</b>	<b>82.140578</b>	<b>3.277</b>	<b>0.0154</b>
Error	36	902.391350	25.066426		
Total corrected	47	6056.026900			
C.V. (%) =	10.20				
Mean:	49.0725000	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 12 E – Total Sugar in Last Week

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	45.591008	45.591008	1.037	0.3152
REG	5	1020.743700	204.148740	4.645	0.0023
<b>ECw*REG</b>	<b>5</b>	<b>355.264367</b>	<b>71.052873</b>	<b>1.617</b>	<b>0.1805</b>
Error	36	1582.056050	43.946001		
Total corrected	47	3003.655125			
C.V. (%) =	7.64				
Mean:	86.7362500	Number of Observations:	48		



## Analysis of Variance Figure 12 F – Sucrose concentration in Last Week

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>1269.580408</b>	<b>1269.580408</b>	<b>88.238</b>	<b>0.0000</b>
<b>REG</b>	<b>5</b>	<b>1118.314275</b>	<b>223.662855</b>	<b>15.545</b>	<b>0.0000</b>
ECw*REG	5	125.838292	25.167658	1.749	0.1484
Error	36	517.973350	14.388149		
-----					
Total corrected	47	3031.706325			
-----					
C.V. (%) =	9.30				
Mean:	40.7687500	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 12 G – Fructose concentration in Last Week

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>1181.273633</b>	<b>1181.273633</b>	<b>214.853</b>	<b>0.0000</b>
REG	5	44.388725	8.877745	1.615	0.1811
ECw*REG	5	60.259492	12.051898	2.192	0.0766
Error	36	197.930050	5.498057		
-----					
Total corrected	47	1483.851900			
-----					
C.V. (%) =	22.84				
Mean:	10.2675000	Number of Observations:	48		

## Analysis of Variance Figure 12 H – Glucose concentration in Last Week

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>368.576252</b>	<b>368.576252</b>	<b>53.164</b>	<b>0.0000</b>
REG	5	164.998469	32.999694	4.760	0.0019
ECw*REG	5	145.161435	29.032287	4.188	0.0042
Error	36	249.582225	6.932840		
-----					
Total corrected	47	928.318381			
-----					
C.V. (%) =	34.85				
Mean:	7.5556250	Number of Observations:	48		

Analysis of Variance Figure 13 – Natural <sup>13</sup>C in different parts of the melon plant

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	1.233067	1.233067	20.429	0.0003
REG	5	6.463783	2.154594	35.697	0.0000
ECw*REG	5	0.367067	0.122356	2.027	0.1506
Error	36	0.965733	0.060358		
ECw/REG					
ECw/Basal	1	0.912600	0.912600	15.120	0.0013
ECw/Middle	1	0.224267	0.224267	3.716	0.0719
<b>ECw/Apical</b>	<b>1</b>	<b>0.015000</b>	<b>0.015000</b>	<b>0.249</b>	<b>0.6249</b>
ECw/Fruit	1	0.448267	0.448267	7.427	0.0150
Error	16	0.965733	0.060358		
REG/CEa					
<b>REG/0.5</b>	<b>3</b>	<b>3.454892</b>	<b>1.151631</b>	<b>19.080</b>	<b>0.0000</b>
<b>REG/3.5</b>	<b>3</b>	<b>3.375958</b>	<b>1.125319</b>	<b>18.644</b>	<b>0.0000</b>
Error	16	0.965733	0.060358		
-----					
Total corrected	47	9.029650			
-----					
C.V. (%) =	-0.93				
Mean:	-26.4475000	Number of Observations:	24		

## Analysis of Variance Figure 16 A – Fruit Weight

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	318104.460056	318104.460056	194.929	0.0000
WEEK	1	300663.047256	300663.047256	184.241	0.0000
ECw*WEEK	1	3402.097256	3402.097256	2.085	0.1744
Error	12	19582.765325	1631.897110		
ECW/WEEK					
<b>ECw/AT</b>	<b>1</b>	<b>127856.131200</b>	<b>127856.131200</b>	<b>78.348</b>	<b>0.0000</b>
<b>ECw/UW</b>	<b>1</b>	<b>193650.426113</b>	<b>193650.426113</b>	<b>118.666</b>	<b>0.0000</b>
Error	12	19582.765325	1631.897110		
WEEK/ECw					
<b>WEEK/0.5</b>	<b>1</b>	<b>184015.144513</b>	<b>184015.144513</b>	<b>112.761</b>	<b>0.0000</b>
<b>WEEK/3.5</b>	<b>1</b>	<b>120050.000000</b>	<b>120050.000000</b>	<b>73.565</b>	<b>0.0000</b>
Error	12	19582.765325	1631.897110		
Total corrected	15	641752.369894			
C.V. (%) =	5.65				
Mean:	715.2693750	Number of Observations:	16		

## Analysis of Variance Figure 16 B – Soluble Solids in Fruits

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
ECw	1	1.210000	1.210000	1.609	0.2287
WEEK	1	223.502500	223.502500	297.178	0.0000
ECw*WEEK	1	1.562500	1.562500	2.078	0.1751
Error	12	9.025000	0.752083		
ECW/WEEK					
ECw/AT	1	0.011250	0.011250	0.015	0.9047
ECw/UW	1	2.761250	2.761250	3.671	0.0795
Error	12	9.025000	0.752083		
WEEK/ECw					
<b>WEEK/0.5</b>	<b>1</b>	<b>93.845000</b>	<b>93.845000</b>	<b>124.780</b>	<b>0.0000</b>
<b>WEEK/3.5</b>	<b>1</b>	<b>131.220000</b>	<b>131.220000</b>	<b>174.475</b>	<b>0.0000</b>
Error	12	9.025000	0.752083		
Total corrected	15	235.300000			
C.V. (%) =	8.59				
Mean:	10.1000000	Number of Observations:	16		

## Analysis of Variance Figure 16 C – Total Sugar in Fruits

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	1.210000	1.210000	1.609	0.2287
WEEK	1	28541.568306	28541.568306	390.997	0.0000
ECw*WEEK	1	120.725156	120.725156	1.654	0.2227
Error	12	875.963875	72.996990		
ECW/WEEK					
ECw/AT	1	93.093012	93.093012	1.275	0.2808
ECw/UW	1	34.694450	34.694450	0.475	0.5037
Error	12	875.963875	72.996990		
WEEK/ECw					
<b>WEEK/0.5</b>	<b>1</b>	<b>16187.402450</b>	<b>16187.402450</b>	<b>221.754</b>	<b>0.0000</b>
<b>WEEK/3.5</b>	<b>1</b>	<b>12474.891013</b>	<b>12474.891013</b>	<b>170.896</b>	<b>0.0000</b>
Error	12	9.025000	0.752083		
Total corrected	15	29545.319644			
C.V. (%) =	10.76				
Mean:	79.4318750	Number of Observations:	16		

### Analysis of Variance Figure 16 D – Sucrose concentration in Fruits

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	151.844006	151.844006	2.564	0.1353
WEEK	1	32260.650156	32260.650156	544.737	0.0000
ECw*WEEK	1	166.991006	166.991006	2.820	0.1189
Error	12	710.669225	59.222435		
ECW/WEEK					
ECw/AT	1	0.180000	0.180000	0.003	0.9569
<b>ECw/UW</b>	<b>1</b>	<b>318.655012</b>	<b>318.655012</b>	<b>5.381</b>	<b>0.0388</b>
Error	12	710.669225	59.222435		
WEEK/ECw					
<b>WEEK/0.5</b>	<b>1</b>	<b>18534.863112</b>	<b>18534.863112</b>	<b>312.970</b>	<b>0.0000</b>
<b>WEEK/3.5</b>	<b>1</b>	<b>13892.778050</b>	<b>13892.778050</b>	<b>234.586</b>	<b>0.0000</b>
Error	12	710.669225	59.222435		
Total corrected	15	33290.154394			
C.V. (%) =	16.76				
Mean:	45.9256250	Number of Observations:	16		

### Analysis of Variance – Fructose concentration in Fruits

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	75.777025	75.777025	5.580	0.0359
WEEK	1	125.776225	125.776225	9.262	0.0102
ECw*WEEK	1	0.000025	0.000025	0.000	0.9989
Error	12	162.963500	13.580292		
ECW/WEEK					
ECw/AT	1	37.845000	37.845000	2.787	0.1209
ECw/UW	1	37.932050	37.932050	2.793	0.1205
Error	12	162.963500	13.580292		
WEEK/ECw					
WEEK/0.5	1	62.944200	62.944200	4.635	0.0524
WEEK/3.5	1	62.832050	62.832050	4.627	0.0526
Error	12	162.963500	13.580292		
Total corrected	15	364.516775			
C.V. (%) =	21.99				
Mean:	16.7587500	Number of Observations:	16		

### Analysis of Variance – Glucose concentration in Fruits

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	39.344256	39.344256	4.077	0.0664
WEEK	1	0.288906	0.288906	0.030	0.8655
ECw*WEEK	1	3.715256	3.715256	0.385	0.5466
Error	12	115.816575	9.651381		
ECW/WEEK					
ECw/AT	1	9.439512	9.439512	0.978	0.3422
ECw/UW	1	33.620000	33.620000	3.483	0.0866
Error	12	115.816575	9.651381		
WEEK/ECw					
WEEK/0.5	1	0.966050	0.966050	0.100	0.7572
WEEK/3.5	1	3.038113	3.038113	0.315	0.5851
Error	12	115.816575	9.651381		
Total corrected	15	159.164994			
C.V. (%) =	18.56				
Mean:	16.7356250	Number of Observations:	16		

## Analysis of Variance Figure 16 E – Fruit Yield

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>207640408.416800</b>	<b>207640408.416800</b>	<b>802.313</b>	<b>0.0000</b>
Error	6	1552813.314200	258802.219033		
Total corrected	7	209193221.731000			
C.V. (%) =	3.69				
Mean:	13804.2450000			Number of Observations:	8

## Analysis of Variance Figure 16 F – Fruit Number

SV	df	SS	MS	Fc	Pr>Fc
<b>ECw</b>	<b>1</b>	<b>2.000000</b>	<b>2.000000</b>	<b>1.0E+0009</b>	<b>0.0000</b>
Error	6	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000		
Total corrected	7	2.000000			
C.V. (%) =	0.00				
Mean:	2.5000000			Number of Observations:	8