



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

BEATRIZ DE ABREU ARAUJO

**DESENVOLVIMENTO E METABOLISMO DE PLANTAS E FRUTOS DE
MELOEIRO AMARELO SOB ESTRESSE SALINO**

FORTALEZA

2023

BEATRIZ DE ABREU ARAUJO

DESENVOLVIMENTO E METABOLISMO DE PLANTAS E FRUTOS DE MELOEIRO
AMARELO SOB ESTRESSE SALINO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem. Linha de pesquisa: Salinidade e Drenagem

Orientador (a): Marlos Alves Bezerra

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A687d Araújo, Beatriz de Abreu Araújo.
Desenvolvimento e metabolismo de plantas e frutos de meloeiro amarelo sob estresse salino / Beatriz de Abreu Araújo Araújo. – 2023.
122 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra.
1. Cucumis melo. 2. Salinidade da água . 3. Crescimento de plantas . 4. Pós-colheita. 5. Metabolismo de açúcares. I. Título.

CDD 630

BEATRIZ DE ABREU ARAUJO

DESENVOLVIMENTO E METABOLISMO DE PLANTAS E FRUTOS DE MELOEIRO
AMARELO SOB ESTRESSE SALINO

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

Orientador (a): Marlos Alves Bezerra

Aprovada em 30/10/ 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Miguel Ferreira Neto Instituição

Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)

Prof. Dr. Reivany Eduardo Moraes Lima Instituição

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Kirley Marques Canuto

Embrapa Agroindústria Tropical

A Deus, minha força diária e autor do meu destino.

Aos meus pais, Maria das Graças de Abreu e Clínio Alves Araújo que não mediram esforços para terem uma filha doutora.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A Deus e a Nossa senhora, por todas as graças alcançadas até aqui, por todo o amor, cuidado e proteção a mim dedicados.

Aos meus pais Maria das Graças de Abreu e Clínio Alves Araújo por todos os esforços e dedicação afim de que eu pudesse ter acesso à educação e conquistar cada um dos meus objetivos.

Ao meu amado esposo, Jamilson Azevedo pelo amor, cuidado e compreensão, segurando a minha mão durante essa intensa jornada acadêmica.

As minhas amadas tias, Rilza Abreu e Francilina Abreu que sempre foram meus exemplos de pessoas e a minha amada irmã Maria Lúcia por todo carinho e incentivo ao longo de todo o processo.

A Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Engenharia Agrícola e todo o corpo docente.

Ao Professor, Dr. Marlos Alves Bezerra, pela orientação, paciência, parceria e respeito durante toda a orientação. Obrigada por todo conhecimento compartilhado.

A Ionete Nogueira, pela amizade e todos os ensinamentos comigo compartilhados no Laboratório de Fisiologia Vegetal.

A Embrapa Agroindústria Tropical por toda a estrutura e apoio técnico e por ter se tornado a minha segunda casa durante todos esses anos.

Aos Funcionários da Embrapa Agroindústria Tropical, em especial ao senhor Eduardo, ao Nascimento, ao Justino, ao Wesley e demais pessoas envolvidas por toda ajuda durante os meus experimentos de campo. Gratidão!

Aos professores, Claudivan, Humberto e Reivany pelas contribuições dadas durante a pesquisa e participação na banca de qualificação.

Aos membros da banca de defesa de tese, Claudivan, Kirly, Miguel e Reivany pelas preciosas considerações e contribuições a pesquisa.

Ao Laboratório de Fisiologia vegetal do departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Ceará, na pessoa do professor Humberto pelas contribuições na pesquisa.

Ao Laboratório de Química de Produtos Naturais nas pessoas da Lorena, Elenilson, Dr. Kirley e Rita por todas as contribuições com as análises de Ressonância Magnética Nuclear – RMN.

Ao Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical na pessoa do Dr. Carlos Taniguchi, Lilian e Vanderléia.

Ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical e a todos os colegas que tive o prazer de conviver e trabalhar durante todos esses anos.

Aos meus queridos amigos, Gleiciane Lopes, Edneudo, Elaine Facco, Emanuel, Rafael Santiago e Karine pela amizade, pela ajuda e por todas as palavras de apoio e incentivo ao longo de todo o processo.

E a todos aqueles que mesmo não mencionados aqui contribuíram de alguma forma para a conclusão desta pesquisa.

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar”. (PAULO FREIRE, 1992)

RESUMO

A escassez hídrica, tema recorrente e de preocupação mundial é um dos principais problemas para a agricultura no Nordeste brasileiro. Nessa região, se concentra a produção de melão no Brasil e a quase totalidade da água utilizada na sua irrigação são provenientes de poços profundos, os quais na grande maioria apresentam alto teor de sais. Dessa maneira, o uso de água salina para irrigação do melão no Nordeste brasileiro é imperativo e se faz necessário um manejo racional, baseado em dados técnicos-científicos. Diante disto, a pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos do uso de água salina no crescimento das plantas, na produção, qualidade de frutos e metabolismo de frutos de melão amarelo variedade Goldex. A pesquisa foi conduzida em campo na estação Experimental de Pacajus em delineamento inteiramente casualizado com dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,8 e 4,0 dS m⁻¹) e oito épocas de avaliação (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 e 66 DAT) onde se avaliou o crescimento das plantas e frutos e a produção e qualidade desses frutos. Em ambiente protegido, a pesquisa foi conduzida na Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, Ceará, em casa de vegetação. O delineamento experimental foi conduzido em blocos ao acaso, com quatro condutividades elétricas da água de irrigação (1,5, 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹) e quatro estádios de desenvolvimento (48, 54, 60 e 64 DAT), onde foi avaliado o crescimento das plantas, a produção, a qualidade pós colheita e o metabolismo dos frutos. Em condições de campo a salinidade (4,0 dS m⁻¹) reduziu o crescimento das plantas, a área foliar e o comprimento de ramos, enquanto a produção e a qualidade pós colheita dos frutos não foram afetadas pelo estresse salino. Em ambiente protegido houve aumento das trocas gasosas e índice de clorofila e redução da área foliar (redução de 30% na salinidade de 4,5 dS m⁻¹) e da massa dos frutos. A concentração de sólidos solúveis totais não foi comprometida sob condições de estresse salino. O metabolismo dos frutos de melão sofreu leves alterações devido ao estresse salino. Os dados apontam que o uso de água salina pode ser uma alternativa para a produção de melão.

Palavras- Chave: *Cucumis melo*; salinidade da água; crescimento de plantas; pós-colheita; metabolismo de açúcares.

ABSTRACT

Water scarcity, a recurring theme of global concern, is one of the main problems for agriculture in the Brazilian Northeast. In this region, melon production is concentrated in Brazil and almost all of the water used in its irrigation comes from deep wells, the vast majority of which have a high salt content. Therefore, the use of saline water for melon irrigation in the Brazilian Northeast is imperative and rational management is necessary, based on technical-scientific data. Given this, the research aimed to evaluate the effects of using saline water on plant growth, production, fruit quality and fruit metabolism of yellow melon variety Goldex. The research was conducted in the field at the Pacajus Experimental Station in a completely randomized design with two salinity levels of irrigation water (0.8 and 4.0 dS m⁻¹) and eight evaluation times (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 DAT) where the growth of plants and fruits and the production and quality of these fruits were evaluated. In a protected environment, the research was conducted at Embrapa Agroindústria Tropical, in Fortaleza, Ceará, in a greenhouse. The experimental design was conducted in randomized blocks, with four electrical conductivities of irrigation water (1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m⁻¹) and four stages of development (48, 54, 60 and 64 DAT), where plant growth, production, post-harvest quality and fruit metabolism were evaluated. Under field conditions, salinity (4.0 dS m⁻¹) reduced plant growth, leaf area and branch length, while fruit production and post-harvest quality were not affected by saline stress. In a protected environment, there was an increase in gas exchange and chlorophyll index and a reduction in leaf area (30% reduction in salinity of 4.5 dS m⁻¹) and fruit mass. The concentration of total soluble solids was not compromised under salt stress conditions. The metabolism of melon fruits underwent slight changes due to saline stress. The data indicates that the use of saline water can be an alternative for melon production.

Keywords: *Cucumis melo*; water salinity; plant growth; post-harvest; sugar metabolism.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figure 1 -	Shoot dry weight (SDW), leaf area (LA), number of branches (NB) and length of the main branch (LMB) of melon as a function of the electrical conductivity of irrigation water.....	26
Figure 2 -	Length of secondary branches (LSB) of melon as a function of the electrical conductivity of irrigation water (A) and eight evaluation times (B).....	26
Figure 3 -	Number of fruits (A), fruit weight (B), longitudinal diameter (C), transverse diameter (D), pulp thickness (E) and total soluble solids (F) of melon as a function of the electrical conductivity of irrigation water and eight evaluation times.....	29
Figure 4 -	Mean values of hue angle - °Hue (A) (L*a*b color space), lightness and chromaticity (B) in the pulp of fruits of irrigated melon under two salinity levels (0.8 and 4.0 dS m ⁻¹) and at eight evaluation times (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 DAT).....	32
Figure 5 -	Integration of the area under the chromatogram curve for the sugars glucose, fructose and sucrose in melon fruit pulp as a function of eight evaluation times.....	33
Figura 6 -	Dados de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR %) ao longo do ciclo da cultura.....	38
Figura 7 -	Disposição das plantas de melão cultivadas em ambiente protegido, tutoradas verticalmente. Fortaleza, CE outubro de 2022.....	41
Figura 8 -	Polinização manual de meloeiro, realizada em Fortaleza – CE (2022). A - flor masculina da planta destacada para polinização; B - flor feminina que recebe o pólen; C - flor feminina com as sépalas retiradas e já em contato com o pólen da flor masculina e D - marcação de data da flor feminina polinizada.....	42
Figura 9 -	Desenho esquemático de partes do fruto de meloeiro: diâmetro longitudinal (A), diâmetro transversal (B), espessura de casca (C) e espessura de polpa (D).....	43

Figura 10 - Diagrama de cromaticidade do espaço de cor CIE, l^* , a^* , b^* para medida - A e espaço $l^*c^*h^\circ$ - B.....	44
Figura 11 - Massa variável de frutos de melão amarelo Goldex em condições de condições de estresse salino ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$	45
Figura 12 - Trocas gasosas - A e índice relativo de clorofila - B em folhas de melão Goldex em condições de condições de estresse salino ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$	46
Figura 13 - Regressão do peso fresco de ramos secundários de plantas de melão em função de níveis de salinidade ($0,5$, $2,5$, $3,5$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$).....	48
Figura 14 - Regressão do peso seco de ramos secundários de plantas de melão em função de níveis de salinidade ($0,5$, $2,5$, $3,5$ e $4,5$) – A e médias em função das colheitas (48, 54, 60 e 65 DAT) - B.....	49
Figura 15 - Area foliar de plantas de melão em função de níveis da salinidade da água de irrigação – A e dias após o transplântio – B.....	49
Figure 16 - Peso fresco total de folhas de plantas de melão em função de níveis da salinidade da água de irrigação – A e dias após o transplântio – B e peso seco total de folhas em função de níveis de salinidade - C.....	50
Figura 17 - Fotossíntese líquida – A e transpiração – B em plantas de melão em condições de níveis de salinidade da água de irrigação (S1 - $0,5 \text{ dS m}^{-1}$; S2 - $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; S3 - $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e S4 - $4,5 \text{ dS m}^{-1}$).....	53
Figure 18 - A - Concentração interna de CO_2 (C_i), B - transpiração foliar (E), C - condutância estomática (gs) e D - fotossíntese líquida foliar (A) de plantas de melão amarelo goldex em função de níveis de salinidade da água de irrigação (S1 - $0,5 \text{ dS m}^{-1}$; S2 - $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; S3 - $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e S4 - $4,5 \text{ dS m}^{-1}$	54
Figura 19 - Fotossíntese líquida foliar (A) de plantas de melão amarelo goldex em função de níveis de salinidade da água de irrigação (S1 - $0,5 \text{ dS m}^{-1}$; S2 - $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; S3 - $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e S4 - $4,5 \text{ dS m}^{-1}$) aos 17 e 57 dias após o transplântio (DAT).....	55
Figura 20 - Índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de melão em condições de estresse ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$) e estádios de desenvolvimento (aos 19 e 43 DAT).....	56

Figura 21-	Massa variável do fruto de melão em condições de estresse salino (0,5 dS m ⁻¹ ; 2,5 dS m ⁻¹ ; 3,5 dS m ⁻¹ e 4,5 dS m ⁻¹) avaliados aos 47, 49 e 51 DAT.....	58
Figura 22 -	Massa de frutos - A, B, diâmetro longitudinal -C, D; diâmetro transversal – E, F, e espessura da polpa – G, H de melão durante quatro estádios de desenvolvimento do fruto (48; 54; 60 e 65 DAT) níveis de salinidade (0,5 dS m ⁻¹ ; 2,5 dS m ⁻¹ ; 3,5 dS m ⁻¹ e 4,5 dS m ⁻¹).....	59
Figura 23 -	Relação de formato de frutos de melão durante quatro estádios de desenvolvimento (48; 54; 60 e 65 DAT) níveis de salinidade (0,5 dS m ⁻¹ ; 2,5 dS m ⁻¹ ; 3,5 dS m ⁻¹ e 4,5 dS m ⁻¹).....	61
Figura 24 -	Sólidos solúveis totais de frutos de melão em condições de salinidade durante quatro estádios de desenvolvimento dos frutos (48; 54; 60 e 65 DAT).....	62
Figure 25 -	Yellow melon fruit mass under water salinity conditions (0.5, 2.5 and 4.5 dS m ⁻¹ along harvests/fruit maturation stages (48, 54, 60 and 64 DAT).....	71
Figure 26 -	Soluble solids of melon fruits under salinity conditions (0.5, 2.5 and 4.5 dS m ⁻¹) along harvests/fruit maturation stages (48, 54, 60 and 64 DAT).....	72
Figure 27 -	¹ H NMR spectrum from the yellow melon pulp with the characterized compounds.....	73
Figure 28 -	a) PCA results from the ¹ H NMR dataset of the melon pulp irrigated with tap water (0.5 dS m ⁻¹): a) PC1 × PC2 scores plot; b) relevant loadings plotted in lines form, with the respective identified compounds.....	74
Figure 29 -	PCA results from the ¹ H NMR dataset of yellow melon fruits submitted to irrigation with saline water (0.5, 2.5 and 4.5 dS m ⁻¹) of electrical conductivity: a) plot of PC1 × PC2 scores at 48 DAT; b) chart of PC1 × PC2 scores at 54 DAT; c) PC1 × PC2 scores chart at 60 DAT and d) PC1 × PC2 scores chart at 64 DAT.....	75
Figure 30 -	Pathways associated with the salinity-induced effects on yellow melon fruits: a) 0.5 dS m ⁻¹ harvested at 48 days versus 65 days; b) 4.5 dS m ⁻¹ harvested at 48 days versus 65 days. Legend: 1 - Alanine, aspartate and glutamate metabolism; 2 - Tyrosine metabolism; 3 - Citrate cycle (TCA cycle); 4 - Butanoate metabolism; 5 - Starch and sucrose metabolism; 6 - Galactose metabolism; 7 - Starch and sucrose metabolism; 8 - Glycolysis / Gluconeogenesis; 9 - Phenylalanine metabolism; 10 - Phenylalanine,	77

tyrosine and tryptophan biosynthesis; 11 - Glyoxylate and dicarboxylate metabolism; 12 - Citrate cycle (TCA cycle).....

LISTA DE TABELAS

Table 1 -	Physical-chemical characteristics of the soil of the experimental área.....	20
Table 2 -	Analysis of the property's well water, Pacajus, Ceará 2021.....	22
Table 3 -	Analysis of variance of shoot dry weight (SDW), leaf area (LA), number of branches (NB), length of the main branch (LMB) and length of secondary branches (LSB) of irrigated melon under two levels of salinity (0.8 and 4.0 dS m ⁻¹) and at eight evaluation times (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 DAT)	24
Table 4 -	Analysis of variance for the number of fruits (NF), average fruit weight (FW), fruit longitudinal diameter (LD), fruit transverse diameter (TD), pulp thickness (PT) and total soluble solids content (TSS) of irrigated melon under two salinity levels (0.8 and 4.0 dS m ⁻¹) and at eight evaluation times (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 DAT).....	27
Tabela 5 -	Características físico-químicas do substrato utilizado após o cultivo, Fortaleza, Ceará 2022.....	38
Tabela 6 -	Composição química dos nutrientes presentes na solução nutritiva para um volume de 1000L.....	40
Tabela 7 -	Resumo da análise de variância para parâmetros de crescimento: comprimento de ramo principal (CRP), peso fresco do ramo principal (PFRP), peso seco de ramo principal (PSRP), peso fresco de ramos secundários (PFRS), peso seco de ramos secundários (PSRS), área foliar (AF), peso fresco total de folhas (PSTF) e peso seco total de folhas (PSTF) de plantas de melão em condições condutividade elétrica da água (0,5 dS m ⁻¹ ; 2,5 dS m ⁻¹ ; 3,5 dS m ⁻¹ e 4,5 dS m ⁻¹) e quatro colheita de frutos (48; 54; 60 e 65 DAT).....	46
Tabela 8 -	Análise de variância de parâmetros fisiológicos: fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de CO ₂ de plantas de melão em diferentes condutividades elétrica da água - CEa (0,5 dS m ⁻¹ ; 2,5 dS m ⁻¹ ; 3,5 dS m ⁻¹ e 4,5 dS m ⁻¹) e quatro colheitas de frutos (17, 28, 43, 57 e 65 DAT).....	51

Tabela 9 -	Análise de variância do índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de melão em condições de estresse (0,5 dS m ⁻¹ ; 2,5 dS m ⁻¹ ; 3,5 dS m ⁻¹ e 4,5 dS m ⁻¹) e quatro colheitas (48; 54; 60 e 65 DAT)	55
Tabela 10 -	Resumo da análise para parâmetros de pós colheita: massa de frutos (MF), diâmetro longitudinal (DL), Diâmetro transversal (DT), teor de sólidos solúveis totais (°BRIX) e espessura da polpa (EP) de frutos de melão em condições de estresse salino (0,5 dS m ⁻¹ ; 2,5 dS m ⁻¹ ; 3,5 dS m ⁻¹ e 4,5 dS m ⁻¹) e quatro estágios de maturação de frutos (48; 54; 60 e 65 DAT)	58
Tabela 11 -	Valores médios de ângulo de cor (Hue°), cromaticidade de luminosidade da polpa de frutos de melão amarelo em função de níveis de salinidade (0,8 e 4,0 dS m ⁻¹) e quatro colheitas de frutos (48,54,60 e 64 DAT).....	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	01
2	CAPITULO I – REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1	Efeitos ocasionados pela salinidade	03
2.2	Produção de melão no nordeste brasileiro.....	04
2.3	Respostas fisiológicas e nutricionais de plantas sob condições de estresse salino	05
2.4	O meloeiro (<i>Cucumis melo l.</i>) e a salinidade da água de irrigação.....	08
2.5	Qualidade de frutos pós colheita.....	10
2.6	Metabolismo de açúcares no melão.....	11
2.7	Ressonância Magnética Nuclear – RMN.....	14
2.8	Quimiometria aplicada a RMN.....	16
3	CAPITULO 2 - DEVELOPMENT AND FRUIT QUALITY OF YELLOW MELON PLANTS UNDER SALT STRESS	17
4	CAPITULO 3 - MELOEIRO EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE SALINO EM AMBIENTE PROTEGIDO.....	34
5	CAPITULO 4 - SALINITY DOES NOT AFFECT THE CHEMICAL COMPOSITION OF YELLOW MELON FRUITS AS 1H NMR-BASED METABOLOMICS.....	66
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
	REFERÊNCIAS.....	83
	ANEXO A - SUPPORT INFORMATION FILE: SALINITY DOES NOT AFFECT THE CHEMICAL COMPOSITION OF YELLOW MELON FRUITS AS 1H NMR-BASED METABOLOMICS	106
	ANEXO B – ANÁLISE DE ÁGUA DO POÇO DA ÁREA EXPERIMENTAL DE PACAJUS, CEARÁ	112

1 INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de meloeiro (*Cucumis melo* L.) é amplo em diversas regiões do mundo, devido à sua importância econômica e ao alto valor comercial dos seus produtos. O fruto dessa olerícola é muito apreciado e de popularidade crescente no Brasil e no mundo, sendo consumido em larga escala na Europa, Japão e Estados Unidos. Entre as variedades de melão cultivadas, os tipos mais comercializados no Brasil são: amarelo, pele de sapo, charentais, cantaloupe e gália (Ministério da Agricultura e pecuária – MAPA, 2023).

Devido sua popularidade, o cultivo de melão desempenha um papel importante na economia agrícola, gerando empregos, impulsionando a atividade econômica e contribuindo significativamente para a balança comercial de muitos países. No Brasil no ano de 2021, a produção de melão apresentou rendimento médio de 25 mil kg/ha de frutos, com os Estados do Ceará e Rio grande do Norte produzindo 70,655 e 361,649 toneladas, respectivamente. A região é responsável por mais de 90% da produção nacional de melão. O município de Aracati foi o maior produtor do Estado do Ceará e Mossoró o maior produtor do Rio Grande do Norte (Instituto Brasileiro de geografia e estatística - IBGE, 2023).

A escassez hídrica, tema recorrente de preocupação mundial, é uma das sérias ameaças para o cultivo do melão na região Nordeste do Brasil. A água destinada a irrigação nas áreas de cultivo do melão, são provenientes de poços, os quais na grande maioria, apresentam alto teor de sais (Almeida, 2010).

É fundamental adotar uma abordagem mais eficiente no uso da água, possibilitando a utilização de fontes hídricas consideradas de qualidade inferior, tais como águas residuais

domésticas, águas provenientes da drenagem agrícola e águas salinas, na agricultura (Lira et al, 2015).

O meloeiro é classificado como uma planta moderadamente sensível à salinidade, onde são considerados que valores de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) de até 2,2 dS m⁻¹ não afetam o rendimento da cultura, no entanto, o seu rendimento cai em torno de 50% a partir de 9,1dS m⁻¹ e com CEes de 16 dS m⁻¹, se reduz drasticamente a produtividade a zero (MEDEIROS, et al., 2000; AYERS e WESTCOT, 1999). Entretanto, a tolerância do meloeiro à salinidade varia com a estratégia de manejo adotada, pois a tolerância da cultura muda com o tempo de exposição aos sais e também com o estágio de desenvolvimento em que as plantas se encontram quando a água salina é aplicada.

Para que o uso de águas salinas seja viável, se faz necessário a utilização de híbridos que sejam mais tolerantes aos efeitos provocados pela salinidade. Para tanto, para que se identifique e se desenvolva esses híbridos, é fundamental a compreensão dos mecanismos e respostas que as plantas utilizam diante das condições de cultivo sob excesso de sais, bem como o limiar de tolerância desses materiais à salinidade (MEDEIROS et al., 2011).

OBJETIVOS

Geral

Avaliar desempenho agrônomo, fisiológico e bioquímico de plantas de meloeiro, em diferentes estágios de maturação dos frutos, sob condições de salinidade.

Específicos

- Analisar o comportamento das plantas de meloeiro ao longo dos estágios de maturação dos frutos, sob condições normais sem estresse salino e de salinidade da água de irrigação;
- Mensurar parâmetros biométricos de plantas de meloeiro amarelo cultivados com diferentes níveis de salinidade em campo e em ambiente protegido;

- Investigar as trocas gasosas e o acúmulo de solutos orgânicos do meloeiro em condições de irrigação com água salina;
- Avaliar a produção e qualidade de frutos de meloeiro sob condições de salinidade da irrigação em diferentes estádios de maturação dos frutos;
- Caracterizar o perfil metabólico de frutos de meloeiro sob condições de estresse salino em diferentes estádios de maturação dos frutos.

2 CAPITULO I – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Efeitos ocasionados pela salinidade

Segundo a FAO (2011), o grau de degradação dos solos no mundo pode ser apresentado com a seguinte classificação: 8,0% moderadamente degradados; 10% em recuperação; 25% degradados; e 36% apresentam-se estáveis ou levemente degradados. Os outros 20% representam áreas sem cobertura vegetal (18%) ou cobertas por água (2,0%). Ainda segundo a FAO a degradação do solo nesse caso estaria relacionada com práticas agrícolas intensas e que acabam por provocar graves degradações ambientais, incluindo a perda da biodiversidade e poluição de mananciais superficiais e subterrâneos devido ao uso intenso e descontrolado de fertilizantes e pesticidas nas lavouras.

A salinidade dos solos é caracterizada pelas condições onde os solos apresentam baixa permeabilidade, drenagem deficiente e excesso de sais, fato comumente encontrado em regiões áridas e semiáridas. Nessas condições, onde a ocorrência de precipitação é pequena e/ou má distribuída, aliada as altas temperaturas nessas regiões, há o favorecimento das altas taxas de evaporação deixando os sais na superfície do solo, aumentando assim o risco de salinização (PEDROTTI, et al., 2015).

O uso de água de baixa qualidade para agricultura leva ao acúmulo excessivo de sal e, por tanto, favorece condições físicas, químicas e biológicas desfavoráveis no solo para o crescimento das culturas (Li et al., 2019).

A salinização do solo provoca diminuição da fertilidade físico-química, desestruturação, aumento da densidade aparente e da retenção de água do solo, reduzindo as taxas de infiltração de água pela presença em excesso de íons sódicos (DIAS; BLANCO, 2010).

Além de prejuízos para os solos, o excesso de sais influencia as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, causando distúrbios. Dentre eles pode-se destacar o fechamento

estomático, que é uma das primeiras respostas das plantas as condições de estresse com o intuito de prevenir a perda excessiva de água via transpiração foliar (TAIZ E ZEIGER, 2013), alterações no potencial osmótico do meio, fazendo com que as plantas não consigam absorver mesmo em condições de suprimento de água, além de promover o desequilíbrio nutricional, pois dificulta a absorção desses nutrientes mesmo em condições de umidade do solo (AYERS E WESTCOT, 1991). GOMES et al. (2011) descreveram ainda uma limitação na concentração de CO₂, podendo chegar a afetar a concentração de pigmentos (clorofila a e b e os carotenoides), sendo estes envolvidos diretamente no processo da fotossíntese.

Em situações de cultivo em ambiente protegido o manejo pouco eficiente dos fatores de produção, aliado ao desconhecimento da fisiologia dos vegetais, pode favorecer o acúmulo de sais no solo ou, ainda, nas fontes de abastecimento de água. A frequência de ocorrência do acúmulo de sais no solo é bastante comum em virtude, principalmente, das doses em excesso de fertilizantes aplicadas e à falta de lixiviação dos sais acumulados após sucessivos cultivos em ambiente protegido, não existindo um período para a recuperação desse solo (AZEVEDO et al, 2018).

O clima semiárido (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) contribuem para tornar o semiárido nordestino vulnerável a salinização (SOUZA, 2017).

2.2 Produção de melão no nordeste brasileiro

As condições edáficas favoráveis e as elevadas temperatura e luminosidade presentes no semiárido brasileiro o caracterizam como uma das regiões mais adequadas para o cultivo do melão irrigado, o que torna mais expressiva a produção quando comparado com outras regiões (GURGEL et al., 2010).

Essas características podem reduzir o ciclo da cultura pela metade quando comparado aos cultivos realizados em alguns países europeus. Com isso, o Nordeste brasileiro desponta como a principal região produtora e exportadora de melão do Brasil. A produção

correspondendo a 95% da produção total do país, com os Estados do Rio Grande do Norte e Ceará classificados como os estados com maiores produções (Matos, 2012); IBGE, 2018).

No ano de 2021 o Brasil produziu mais de 600 mil toneladas de melão em uma área de 23 mil hectares, obtendo um rendimento médio de 25 ton/ha. A região Nordeste sozinha responde por cerca de 90% da área plantada de melão no Brasil, com o Rio grande do Norte ocupando 55% dela. O Estado do Ceará entre os anos de 2014 a 2018 apresentou uma queda na área colhida de melão, com uma redução de mais de 4 mil hectares de área colhida, em contra partida, no mesmo período o Estado do Rio Grande do Norte teve sua área colhida aumentada na mesma proporção (IBGE, 2023), isso ocorreu devido a migração dos produtores do Ceará que pelos problemas de disponibilidade hídrica acabaram migrando suas fazendas para o Rio Grande do Norte. Com a volta das chuvas, essas áreas de cultivo se estabilizaram e há um leve aumento na área cultivada no Ceará nos últimos dois anos.

Usando o critério de porcentagem de produção, o melão se torna proporcionalmente a fruta mais exportada do Brasil, com 60% da sua produção destinada ao mercado externo. No ano de 2017 foram embarcados um total de 233,6 mil toneladas de melão, totalizando mais de US\$ 162,9 milhões, segundo balanço do mês de janeiro de 2018 feito pelas Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (Agrostat), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Esse incremento nos embarques é de quase 4% na comparação com 2016, quando foram exportadas 224,6 mil toneladas, ou US\$ 148,7 milhões. Dentre as frutas mais exportadas no ano de 2021, o melão garantiu a segunda posição do ranking, com 257,9 milhões de kg o que significou US\$ 165 milhões, ficando atrás somente da manga com 272,5 milhões de kg. No ano de 2022 o total exportado foi de 222,5 milhões de kg (ABAFRUTAS, 2023).

2.3 Respostas fisiológicas e nutricionais de plantas sob condições de estresse salino

As respostas das plantas à salinidade são complexas e de difícil compreensão por envolverem vários genes e diversos mecanismos fisiológicos e bioquímicos. Além disso, as plantas podem apresentar diferenças no seu comportamento dentro da mesma espécie, pois pode

haver variações entre genótipo nos quais os efeitos (as respostas as condições de salinidade) podem variar entre as fases de desenvolvimento das plantas (AMORIM et al. 2010).

Primeiramente, a presença elevada de sais no solo reduz o potencial osmótico, levando a um estresse osmótico que diminui a quantidade de água disponível e a capacidade de absorção de nutrientes pelas raízes (ZHONGHUA et al., 2011; GUPTA e HUANG, 2014). O estresse iônico, por sua vez, é desencadeado pelo acúmulo excessivo de íons prejudiciais (como Na^+ e Cl^-) nos tecidos vegetais (ARIF et al., 2020).

Por outro lado, as plantas possuem diversos mecanismos para mitigar o impacto inibitório da salinidade. Isso é alcançado por meio da regulação dos níveis iônicos, compartimentalização, transporte de íons, adaptações osmóticas e estímulo ao sistema antioxidante de defesa (GUPTA E HUANG, 2014; SEMIDA et al., 2021a). Em situações de estresse severo, a capacidade das plantas em lidar com o estresse salino pode ficar comprometida devido a um desequilíbrio entre a produção de antioxidantes e substâncias de baixo peso molecular, juntamente com a supressão de marcadores de estresse oxidativo (RADY et al., 2021).

Muitos estudos indicam que a sensibilidade e tolerância das culturas aos efeitos ocasionados pela salinidade da água podem variar entre espécies e cultivares de uma mesma espécie e também dependem do clima condições de cada região, tipo de solo, método de irrigação, desenvolvimento da planta, entre outros (DIAS et al., 2011; NANGARE et al., 2013; MEDEIROS et al., 2014).

A maioria das plantas expostas ao estresse por excesso de sais apresentam menor captação de CO_2 pelas suas folhas do que as mesmas plantas não submetidas ao estresse (DADKHAH, 2013). Em geral, a adaptação das plantas ao estresse salino requer uma série de ajustes, que abrangem aspectos osmóticos, iônicos e bioquímicos. Isso inclui a capacidade de selecionar ou excluir íons específicos, regular a absorção de íons pelas raízes e seu transporte para as folhas, acomodar íons em níveis celulares e em toda a planta, produzir solutos compatíveis, modificar as rotas da fotossíntese, induzir a produção de enzimas e compostos antioxidantes, bem como a regulação de hormônios vegetais, entre outros mecanismos (MUCHATE et al., 2016). Em um nível mais molecular, essas adaptações podem implicar a ativação de diversos genes associados a múltiplas vias metabólicas relacionadas à percepção, sinalização e resposta ao estresse (KURUSU et al., 2015).

Minudem et al. (2016) afirmam que esses efeitos ocorrem devido à captação limitada de água e do estresse osmótico imposto, da interferência na captação de elementos

essenciais e modificação dos balanços de íons, bem como pelo acúmulo de sal no citoplasma das células fotossintéticas.

Serabi et al. (2019) constataram que genótipos de melão iranianos (Suski-Sabz e Ghobadlu) não tiveram grande impacto na eficiência fotoquímica máxima do PSII, com 15 dias de aplicação de salinidade, com os valores de F_v / F_m de todos os melões estudados dentro da faixa de 0,797 a 0,808 e não significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$). Entretanto, o aumento das concentrações de NaCl de 50 para 100 mM, diminuiu significativamente os valores de F_v / F_m aos 30 DAT.

A condição de salinidade prejudica as relações mineral-nutriente nas plantas devido aos efeitos de disponibilidade, transporte e particionamento de nutrientes. O nitrogênio (N) é um elemento crucial para o processo de fotossíntese, que é essencial para o crescimento e desenvolvimento saudável das plantas. A salinidade tem um impacto negativo no metabolismo do nitrogênio, inibindo a atividade de enzimas metabólicas importantes, tais como a nitrato redutase, a glutamina sintetase e a glutamato sintetase (GOGAT) (DEBOUBA et al., 2006; MENG et al., 2016; ULLAH et al., 2019; ULLAH et al., 2022). Acredita-se que o metabolismo do nitrogênio desempenhe um papel significativo na capacidade das plantas de resistirem ao estresse salino. Entretanto, a relação entre o metabolismo do nitrogênio e a salinidade é complexa, sendo influenciada por diversos fatores, como a intensidade e a duração do estresse salino, a disponibilidade de nitrogênio no solo, bem como o seu tipo e fonte (MUNNS e TESTER, 2008; DAIA et al., 2015).

Hernández et al. (2014) avaliando a radiometria visível e no infravermelho próximo para determinar a influência do estresse de salinidade do solo no melão observou um favorecimento por parte da salinidade no incremento de K e Na nas folhas. Os autores ressaltaram que as cultivares tolerantes ao sal possuem um mecanismo para manter altos teores de K sob condições de estresse salino, uma vez que a manutenção de níveis adequados de K é essencial para a sobrevivência das plantas em habitats salinos (GRATTAN E GRIEVE, 1999).

Asao et al. (2013) observou que o teor de Na presente nos frutos teve um aumento progressivo com a redução de K na solução nutritiva. Ele ainda mostrou clara relação antagônica com a concentração de K do fruto devido aos níveis reduzidos de KNO_3 . Comparado às plantas controle, cerca de 83% e 51% de Na foram encontrados nos frutos colhidos de plantas cultivadas em solução nutritiva com 1/6 ou sem K.

Parâmetros de qualidade nutricional de frutos de melão (cv. Proteo), como teor de matéria seca foram afetados de forma negativa pelo incremento da adubação nitrogenada,

principalmente quando aplicado 120 kg ha^{-1} , mostrando o efeito adverso do aumento da salinidade de um íon grandemente utilizado pelas plantas. No entanto, outros estudos não manifestaram efeitos significativos no teor de açúcares do melão 'Galia' e 'Pele de sapo' e na melancia 'Top Gun', quando as taxas de fertilização de N aumentaram de 80 para 240 mg L^{-1} , de 11 para 393 kg ha^{-1} e de 0 a 250 kg ha^{-1} , respectivamente (RODRIGUEZ et al., 2005; CASTELLANOS et al., 2012; NOWAKI et al., 2017). Explicações para esses resultados segundo Kyriacou et al. (2018) podem ser buscadas nas diferentes cultivares de melão e melancia utilizadas e nos diferentes ambientes em que as plantas foram cultivadas.

O fósforo (P), quando comparado a outros macronutrientes, especialmente nitrogênio (N) e potássio (K) é de longe o menos disponível e o menos móvel para as plantas na maioria dos solos (CRAMER, 2010). Em um estudo recente, Martuscelli et al (2016) investigaram os efeitos do aumento dos níveis de P durante os estágios iniciais da planta com ênfase nos atributos de qualidade interna e externa do melão cv. Expò em condições de estufa, verificando correlação linear entre o nível de P e acúmulo de fitonutrientes, bem como indicadores de doçura e firmeza, enquanto, por outro lado, a fertirrigação utilizando P causou uma pequena mas significativa redução no conteúdo fenólico e na atividade de eliminação de radicais. Ou seja, o aumento na salinidade devido ao aumento da quantidade de fósforo aplicado não mostrou ser prejudicial às plantas.

2.4 O meloeiro (*Cucumis melo* L.) e a salinidade da água de irrigação

A fruticultura e a olericultura irrigadas tem sido o destaque da agricultura no semiárido nordestino. Esses cultivos, geralmente em áreas localizadas nos perímetros irrigados têm-se destacado nacional e internacionalmente pelo cultivo do melão, da banana, mamão, abacaxi, melancia e outras olerícolas e frutíferas. A irrigação nessas regiões tem sido apontada como alternativa para o desenvolvimento sócio econômico, embora quando utilizada de maneira inadequada possa favorecer a salinização dos solos e a degradação dos recursos hídricos e edáficos (HENRIQUES NETO, 2003). Estima-se que atualmente cerca de 30% das terras cultivadas no mundo contêm excesso de sais. Prevê-se que essa área apresente tendência de crescimento anual de 2 milhões de hectares devido ao manejo inadequado do solo e dos recursos hídricos e pelas mudanças climáticas recorrentes (SINGH et al., 2021).

O uso de água na irrigação pode, enquanto contribui de maneira significativa no aumento da produtividade em determinadas situações, sobretudo em zonas de clima árido e semiárido, resultar em acúmulo do teor de sais na zona radicular do solo (PORTO FILHO, et al., 2011).

Para Minhas et al. (2020), as estratégias para lidar com a salinidade, na maioria das vezes, visam evitar o acúmulo de sais na zona radicular a quantidades que limitem a absorção de água pelas raízes, controlando assim os equilíbrios de sais no sistema solo-água, evitando o acúmulo constante na zona radicular, diminuindo os danos.

Para Silva et al. (2005), a produtividade média de frutos comercializáveis para híbridos de melão, como o Gold Mine e o Trusty, teve declínio de 36%, utilizando água de irrigação de 4,4 dS m⁻¹ quando comparado com a água de 1,1 dS m⁻¹. Barros (2002) trabalhando com as cultivares de melão Trusty e Orange Flesh, obteve diminuição no rendimento comercial de 34% e 39%, respectivamente, com o aumento da salinidade da água de irrigação de 1,1 dS m⁻¹ a 4,5 dS m⁻¹.

Lacerda et al. (2012) observaram que o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu a atividade fisiológica, o crescimento e a produtividade das plantas de meloeiro; Os autores ainda observaram uma queda de produção de frutos de meloeiro de 44,71% com o aumento da salinidade da água de irrigação (0,3 para 5,0 dSm⁻¹), o que corresponde a cerca de 8,7 t ha⁻¹.

Terceiro Neto et al. (2013) avaliando a produção e a qualidade de frutos de melão das cultivares Sancho e Medellín, sob estratégias de manejo de irrigação com água salina no Estado do RN, inferiram que o meloeiro é mais sensível à salinidade da água de irrigação nas fases de crescimento e floração.

Zong et al. (2011) trabalhando com duas espécies de cucurbitáceas chinesas (cv. Huanghe e *Citrullus lanatus*. Convar) observaram no melão (cv. Huanghe), um decréscimo na produtividade e no teor de ácido glutâmico, à medida em que se aumentou a salinidade da água de irrigação, embora a concentração da maioria dos aminoácidos não tenha diferido significativamente. Já o rendimento da melancia (*Citrullus lanatus*. Convar megulaspemus) diminuiu significativamente, com o incremento da salinidade da água, enquanto o número de frutos, firmeza de polpa, teor de proteína bruta e aminoácidos essenciais da melancia aumentaram significativamente, com o incremento da salinidade da água. Os autores ainda concluíram que, o estresse salino, em ambas as espécies de cucurbitáceas, resultou em aumento

no teor de SS. Em muitos países, os teores de sólidos solúveis totais adotados como referência de mercado variam de 8 a 10 °Brix (MORAIS et al. 2009).

A tolerância do meloeiro à salinidade varia com a estratégia de manejo, indicando que a tolerância à salinidade varia com o tempo de exposição aos sais e também com a fase de desenvolvimento que as plantas se encontram quando a mesma é aplicada (TERCEIRO NETO et al., 2013).

Pereira et al. (2017) observaram que a salinidade não influenciou o peso médio de frutos de meloeiro e a maior causa de queda de produtividade segundo os autores foi a redução no número de frutos por planta nas cultivares sensíveis a salinidade.

2.5 Qualidade de frutos pós colheita

As características de qualidade dos frutos são atributos que permitem diferenciar um produto de outro e que tem influência na determinação do grau de aceitação pelo consumidor. Tais características são fortemente influenciados pela variedade, clima, estágio de maturação, solo, técnicas de cultivo e outros (BARRETO, 2011).

No melão, os atributos de qualidade de frutos pós colheita estão relacionados a diferentes fatores, a depender do mercado consumidor, tendo como principais variáveis analisadas o teor de sólidos solúveis, as aparências externa e interna, firmeza da polpa e perda de massa (SANTOS, 2003). Além desses, atributos como acidez, doçura, compostos bioativos e atividade antioxidante têm sido cada vez mais considerados pelo mercado consumidor.

Dentre os atributos físicos mais utilizados como critério de aceitação do mercado consumidor estão: o formato dos frutos, incluindo os diâmetros longitudinal e transversal; o desenvolvimento da zona de abscisão do pedúnculo; e a coloração e espessura da polpa, sendo que o último reflete diretamente no rendimento do fruto, uma vez que a parte consumida é a polpa (SANTOS, 2003).

A massa dos frutos é um atributo relevante para padronizar a classificação dos mesmos na comercialização. Por exemplo, no melão, os frutos comerciais de melão do tipo Cantaloupe devem apresentar variação de 1,0 a 1,5 kg, sendo frutos maiores destinados ao mercado interno, proporcionando baixas perdas por descarte (MEDEIROS et al., 2011). Já os frutos do híbrido de melão amarelo “goldex” apresentam peso médio de 1,4 kg (EMBRAPA, 2010).

O formato de frutos classifica, padroniza e define a embalagem e o arranjo que deverá ser utilizado, atributos esses que determina a aceitação e a valorização do produto para determinados mercados. Os frutos podem ser classificados em comprimido (Valores de RF < 0,9), esférico ($0,9 \leq RF \leq 1,1$), oblongo ($1,1 < RF \leq 1,7$), e cilíndrico ($RF > 1,7$) (Morais et al., 2004). Os valores próximos de um são os preferidos por acomodar melhor os frutos nas embalagens (PURQUEIRO E CECÍLIO FILHO, 2005).

O arranjo dos frutos de melão é feito de acordo com o tamanho e formato dos mesmos. Para o mercado interno, as caixas têm capacidade para 13 kg e a preferência é por frutos dos tipos de 5 a 10. Para exportação as caixas podem ter capacidade para 5 kg, 10 kg ou 12 kg. Para os melões Amarelo e Pele de Sapo, as mais usadas são as de 10 kg (que cabem de 5 a 14 frutos) e de 12 kg (3 a 5 frutos). Os melões Orange Flesh, Gália, Cantaloupe e Charantais são geralmente embalados em caixas de 5 kg (de 4 a 9 frutos) (EMBRAPA, 2010).

A medida de espessura da casca e polpa são relevantes pois são características desejáveis do fruto do meloeiro. A menor espessura de casca e maior espessura da polpa indicam uma maior parte comestível do fruto e maior massa, além de diminuir a possibilidade do deslocamento da placeta, pela menor cavidade interna, o que torna os frutos mais resistentes ao manuseio e transporte (NUNES et al., 2016).

A coloração da casca do fruto é resultado da clorofila que sofre degradação ao longo do processo de maturação do melão, dando lugar à pigmentação característica do tipo (Seymour; McGLASSON, 1993). É a característica mais atrativa para o consumidor, por isso, há uma preocupação e cuidado por parte dos produtores de melão para manter a uniformidade da cor após a colheita (Collins e Plumby, 1995; Aragão, 2009). Os melões amarelos, pertencentes ao grupo *inodorus*, apresentam a aparência da epiderme de cor amarela, facilmente reconhecida pelos consumidores como um sinal indicativo de maturação (SANTOS et al., 2011). O melão “goldex” apresenta cor da casca amarelo-ouro (EMBRAPA, 2010).

A maioria dos países faz uso do conteúdo de sólidos solúveis como principal atributo de qualidade do fruto e usa como critério de aceitação do produto. A recomendação de sólidos solúveis para exportação é de no mínimo 9° Brix (FILGUEIRAS et al, 2000). Os frutos de melão amarelo “goldex” possuem alto teor de sólidos solúveis, apresentando valores médios em torno de 12° a 13° Brix (EMBRAPA, 2010).

Os frutos de meloeiro apresentam em média 97% dos sólidos solúveis constituídos de açúcares solúveis, nos quais a sacarose representa em torno de 50% desse total (ZHANG; LI., 2005). Tomaz et al. (2009), avaliando a vida útil de cinco híbridos de melão Amarelo

produzidos no Agropolo Assu-Mossoró – RN, encontraram valores entre 8,58 a 10,04 °Brix. Barreto (2011), avaliando a qualidade de frutos dos principais híbridos de melão comercial obteve valores entre 5,58 a 8,96% de teor de açúcares totais.

2.6 Metabolismo de açúcares no melão

O conteúdo de sacarose de frutas e vegetais depende das condições ambientais prevalentes durante o desenvolvimento dos frutos (SCHEMBERGER et al., 2020). Geralmente, frutos maduros têm predomínio das hexoses glicose e frutose na constituição dos açúcares solúveis, no entanto, em frutos de melão (*Cucumis melo* L.), a sacarose é a principal responsável pelo sabor adocicado, sendo armazenada nos vacúolos das células do parênquima do pericarpo (NOOKARAJU et al., 2010; SALADIÉ et al., 2015). Variações na estrutura dos açúcares solúveis presentes em diferentes grupos e cultivares de melão ocorrem não apenas devido a fatores de cultivo e condições climáticas, mas também principalmente devido à influência de enzimas catalisadoras envolvidas nas reações que envolvem a sacarose. Essa influência pode ser atribuída a características genéticas específicas ou ao resultado da interação entre o genótipo e o ambiente em que a planta cresce (BURGER et al., 2000; NOOKARAJU et al., 2010). Chrost e Schmitz (1997) verificaram que a concentração desses oligossacarídeos estaquiose e rafinose presentes nos frutos de meloeiro é relativamente baixas em comparação com a sacarose e as hexoses (glicose e frutose), sugerindo um rápido metabolismo para esses compostos mais simples.

Além de conferir doçura a frutas e vegetais, os açúcares também agem como substratos no metabolismo de carbono e energia, bem como na biossíntese de polímeros. Altos níveis de glicose estão associados a uma taxa muito baixa de síntese de amido, enquanto altos níveis de sacarose estão relacionados a um período de expansão nuclear e acúmulo de amido (TSAI et al., 1970; WEBER et al., 1998). Foi relatado ainda por Koch, (1996) e Lalonde et al., (1999) que os açúcares tem relevantes funções semelhantes a hormônios. Atuando como mensageiros primários na transdução do sinal e desempenhando um importante papel na regulação de eventos fisiológico e metabólicos nas plantas.

No início da maturação dos frutos de melão, o teor de açúcares solúveis é baixo e apresenta maior presença de glicose e frutose. À medida que o estágio de maturação avança, o teor de açúcar aumenta rapidamente devido ao acúmulo de sacarose e ocorre o declínio das

hexoses ou permanência constante destas (DUNLAP, 1987; GUR et al., 2016; LINGLE;). Segundo BURGER et al. (2000); NOOKARAJU et al. (2010) diferenças na composição dos açúcares solúveis de variedades de melão, devem-se além do manejo e do clima, principalmente a ação de diferentes enzimas catalizadores de reações que envolvem a sacarose, seja pela genética ou pela interação genótipo x ambiente.

Para Nookaraju et al. (2010) os açúcares estão sendo reconhecidos como moléculas reguladoras com funções de sinalização em plantas e outros organismos. No entanto, a sinalização do açúcar vegetal é considerada mais complexa de estudar devido à complexidade das interações fonte-dreno e à integração íntima de uma rede de sinalização semelhante a uma teia conduzida por hormônios vegetais, nutrientes e condições ambientais.

Dai et al. (2011) conduzindo estudos visando a compreensão do metabolismo de açúcares em melão sequenciaram 42 genes relacionados a via metabólica dos oligossacarídeos da família rafinose. Posteriormente, em estudos realizados por Garcia-Mas et al., 2012, os autores conseguiram ampliar o número de genes com sequenciamento do genoma do melão, chegando a 66 genes (melonomics.net). Em estudos mais recentes Schemberger et al. (2020) também relataram, a participação de genes relacionados à síntese de trealose como relevantes para o metabolismo de açúcares em melão.

Dai et al. (2011) apontam que mais de uma dúzia de reações enzimáticas estão envolvidas no metabolismo da sacarose, atuando na hidrólise do açúcar, fosforilação, transglicosilação, clivagem e síntese.

Segundo Schemberger et al., 2020 o acúmulo de sacarose pelos frutos depende de três fontes principais: o açúcar vindo diretamente da fotossíntese, o produto do catabolismo dos oligossacarídeos da família da rafinose e a ressíntese da sacarose.

Ao serem descarregados do floema para o fruto dreno, os oligossacarídeos da família da rafinose (rafinose, vervacose e estaquiose) sofrem hidrólise pela α -galactosidase ácida (AAG) e/ou neutra (NAG). A rafinose é então dividida em sacarose e galactose e a estaquiose em galactose e rafinose (LEIDA et al. 2015; OHKAWA et al., 2010). A galactose liberada pode ser fosforilada pela galactoquinase, resultando em galactose-1-fosfato (Gal1P) e através da ação conjunta de uridina difosfato (UDP)-galactose/glicose pirofosforilase (UGGP), UDP-glicose4-epimerase (UGE) e UDP-glicose pirofosforilase (UGP) é convertida para glicose-1-fosfato (Glc1P) (DAI et al., 2006; DAI et al., 2011; SALADIÉ et al., 2015). A Glc1P pode ser transformada nas hexoses-fosfato glicose-6-fosfato (Glc6P) e frutose-6-fosfato (Fru6P) através das enzimas fosfoglicomutase (PGM) e fosfoglicoisomerase (PGI),

respectivamente. A Fru6P (que pode ser desviada para respiração celular) e a UDPglicose (UDPGlc) são substratos para a síntese ou ressíntese de sacarose via sacarose-fosfato sintase (SPS) e hidrólise subsequente por sacarose-fosfato-fosfatase (SPP) (DAI et al., 2011; SALADIÉ et al., 2015). De acordo com os autores (DAI et al., 2011; SALADIÉ et al., 2015; SCHEMBERGER et al., 2020), a sacarose sintase também pode atuar na síntese de sacarose a partir de frutose e UDP- glicose (uma forma ativada da glicose: Glicose 1-fosfato +UTP +H. 2) ou na hidrólise deste açúcar devido a capacidade de realizar reação inversa, fragmentando sacarose em frutose e UDP – glicose precursor para síntese de amido e parede celular.

A glicose e a frutose podem ser fosforiladas pela hexoquinase e frutoquinase, respectivamente, para formar Fru6P e Glc6P (TESTONE et al., 2019). Várias são as espécies vegetais que possuem duas ou mais isoformas da sacarose sintase, com funções e perfil de expressão diferentes, dando flexibilidade ao metabolismo da sacarose durante as etapas do desenvolvimento do fruto (KLOTZ et al., 2003). Em melão, três isoformas podem estar presentes (SUS1, SUS2 e SUS3), além das formas putativas em diferentes fases do desenvolvimento (DAI et al., 2011).

A salinidade, a disponibilidade de nutrientes, o sombreamento, a área foliar disponível são fatores que contribuem para a variação do conteúdo de açúcares. Saladié et al. (2015), constaram que as concentrações de sacarose aumentaram a partir de 30 DAP em melões não - climatéricos (Pele de Sapo e o genótipo PI 161375), e em melão Védraçais (climatérico). Resultado inverso ocorreu para o melão Dulce, também climatérico, o qual acumulou esse açúcar rapidamente aos 40 DAP até aos 50 DAP na completa maturidade. Em melões não – climatéricos Hami e Amarelo, o teor de sacarose aumentou consideravelmente somente a partir 30 DAP até aproximadamente 40 DAP e, portanto, indicando que esse fora o momento de maturidade – a máxima síntese desse carboidrato (ZHANG et al., 2016; SCHEMBERGER et al., 2020).

2.7 Ressonância Magnética Nuclear – RMN

A Ressonância Magnética Nuclear - RMN é uma técnica bastante utilizada na identificação, elucidação e quantificação dos compostos presente em diferentes materiais, seja, nos campos da química orgânica, inorgânica, química de materiais ou biomoléculas. E vem se apresentando cada dia com frequência em diversos outros estudos que vão além da química, podendo assim ser aplicada em diferentes áreas do conhecimento.

Rabi, observando o momento magnético do lítio no ano de 1937, recebeu o prêmio Nobel em 1944, se tornando uma das primeiras pesquisas envolvendo análise de RMN. No ano seguinte os autores Purcell, Pound e Torrey, conseguiram observar próton (^1H) em experimento de RMN em parafina. Em sequência, Bloch, Packard e Hansen, observaram o mesmo fenômeno, porém, em água líquida, proporcionando o prêmio Nobel, de forma conjunta, no ano de 1952 (PAVIA, et al., 2010). O avanço do número de publicações sobre aplicações de análise com RMN na ciência de alimentos nos últimos anos confirma que esta técnica, que no passado foi aplicada em pesquisa básica de química orgânica e biomolecular, atingiu agora um nível de avanço que torna possível a sua aplicação na área de controle de qualidade e análise de alimentos e bebidas (GUIMARÃES, 2019).

A RMN tornou-se uma ferramenta rotineiramente utilizada para quantificação de metabólitos vegetais devido à sua capacidade inigualável de analisar misturas complexas e suas vantagens em relação a outras técnicas analíticas (é uma técnica rápida, robusta, confiável e não destrutiva que requer preparação mínima de amostra e, importante, sem dependência da ionização dos metabólitos). Além disso, permite a realização de uma análise quantitativa de alto rendimento devido à relação linear entre a integral de um pico de ressonância nos espectros de RMN e a respectiva concentração do metabólito (TRISTAN, et al., 2022)

A análise por RMN é uma técnica líder na elucidação estrutural de moléculas, possibilitando a identificação de compostos a partir de dados experimentais como constantes de acoplamento, desvios químicos e sinais gerados pelo efeito nuclear de Overhauser (BRETON; REYNOLD, 2013). Todos esses estudos são possíveis devido ao fato que o fenômeno da RMN é baseado nas propriedades magnéticas dos núcleos atômicos, ou seja, quando núcleos alinhados com um campo magnético B_0 aplicado são induzidos a absorver energia e a mudar a orientação de spin em relação ao campo aplicado. Qualquer núcleo atômico que tenha massa ímpar ou número ímpar, ou ambos, tem um momento angular de spin e um momento magnético μ . Estados de spin não possuem a mesma energia em um campo magnético aplicado, devido ao fato de o núcleo ser uma partícula carregada, e qualquer carga que se desloca vai gerar um campo magnético B_0 próprio. Dessa forma o núcleo tem um momento magnético μ gerado por sua carga e por spin. Um núcleo de hidrogênio, por exemplo, pode apresentar um spin no sentido horário ($+\frac{1}{2}$) ou anti-horário ($-\frac{1}{2}$) e os momentos nucleares μ nos dois casos apontam em direções opostas (PAVIA, et al., 2010).

O número de estados de spin permitidos que podem ser adotados é quantizado e determinado por seu número quântico de spin nuclear I . Na ausência de B_0 , esses núcleos se

encontram em estados degenerados de energia, apresentando uma distribuição aleatória dos spins. Na presença do B_0 , a degenerescência dos estados é quebrada em níveis quantizados de energia e direção e podem adotar um número limitado de orientações de diferentes energias de acordo com a regra de seleção $(2I + 1)$ com diferenças inteiras que vão de $+I$ a $-I$. O fenômeno da RMN será percebido apenas por núcleos ativos magneticamente, ou seja, aqueles que apresentam momento de spin não nulo ($\text{spin } I \neq 0$), ao serem submetidos a um campo magnético B_0 (PAIVA, et al., 2010; GIL; GERALDES, 1987).

A RMN é capaz de fornecer várias informações referentes à uma determinada amostra em um único experimento, a exemplo da quantidade de hidrogênios por meio da integração da área do sinal no espectro, mapeamento da vizinhança do hidrogênio por meio da observação da multiplicidade apresentada pelo sinal e quantificação de constituintes individuais em mistura complexa sem a necessidade de separação do mesmo. Além disso, se trata de uma técnica não destrutiva e que fornece análises rápidas por requisitar o mínimo preparo da amostra. Dessa forma, a técnica de RMN de ^1H tem se mostrado eficaz na análise de matrizes complexas a exemplo dos alimentos (SANTOS, 2019).

2.8 Quimiometria aplicada a RMN

A quimiometria surgiu devido a necessidade de se estudar as técnicas químicas (espectroscopia, cromatografia e espectrometria) que traziam consigo uma maior quantidade de informação e complexidade nas suas medições (FERREIRA, et al., 2015).

A quimiometria aplicada à Ressonância Magnética Nuclear (RMN) é uma área de estudo que combina princípios da química analítica e da estatística multivariada para analisar e interpretar os dados obtidos por meio da técnica de RMN. A RMN é uma poderosa ferramenta de análise estrutural e quantitativa, amplamente utilizada em diversas áreas, como química, farmácia, biologia e ciências dos materiais (GIL; GERALDES, 1987).

A quimiometria desempenha um papel fundamental na análise dos espectros de RMN, permitindo extrair informações preciosas e realizar análises mais precisas. Essa abordagem envolve o desenvolvimento e a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos, como análise de componentes principais (PCA), regressão linear multivariada (MLR) e análise discriminante por mínimos quadrados parciais (PLS-DA), para resolver problemas complexos e explorar os dados espectrais de forma eficiente (BRERETON, 2003).

Uma das aplicações da quimiometria na RMN é a identificação e a quantificação de substâncias em misturas complexas. Nas últimas décadas, a RMN tem sido aplicada majoritariamente a estudos metabolômicos ao possibilitar a análise simultânea de diversos grupos de metabólitos secundários (flavonoides, alcaloides, terpenoides, entre outros) e primários (açúcares, ácidos orgânicos e aminoácidos), assim como a comparação direta da concentração dos compostos sem a necessidade de se elaborar curvas de calibração, o que requer o uso de substâncias de referência de alto grau de pureza, muitas vezes raras e de difícil obtenção (PILON, et al., 2020).

Em resumo, a quimiometria aplicada à RMN desempenha um papel crucial na interpretação e análise dos dados espectrais, permitindo a obtenção de informações valiosas sobre a composição química, estrutura e propriedades de amostras. Essa abordagem multidisciplinar tem amplas aplicações em diversas áreas científicas e tem contribuído significativamente para o avanço do conhecimento e a solução de problemas mais complexos.

3 CAPITULO 2 - DEVELOPMENT AND FRUIT QUALITY OF YELLOW MELON PLANTS UNDER SALT STRESS

ABSTRACT: The need for studies that allow the use of brackish water in irrigated agriculture and the socioeconomic importance of melon cultivation in Brazil, especially for the Northeast region, which concentrates most of the national production and faces problems with the availability of quality water for irrigation, guided the present study, which aimed to evaluate the growth, production and fruit quality of the ‘Goldex’ yellow melon hybrid under salt stress conditions. The experiment was conducted in a completely randomized design, with two salinity levels of irrigation water (Low-salinity - 0.8 and High-salinity water - 4.0 dS m⁻¹) and evaluation times (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 days after transplanting). Variables of melon mplant growth and development, production and quality of melon fruits were evaluated throughout the crop cycle. Plants had reduced growth characteristics and less development with

the increase in irrigation water salinity, showing reductions of more than 20% in shoot dry weight, leaf area, number of branches and length of secondary branches and 16.7% in length of the main branch. In addition, salinity caused a delay in fruit development and a 16% reduction in final fruit weight, without significantly modifying carbohydrate and total soluble solids contents. Along the development, there was an increase in the total soluble solids content of the fruits, especially due to the increment of sucrose at the final stages of development.

KEY WORDS: growth inhibition, irrigation, salinity, post-harvest

DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MELÃO AMARELO SOB ESTRESSE SALINO

RESUMO: A necessidade de estudos que possibilitem a utilização de águas salobras na agricultura irrigada e a importância socioeconômica da cultura do melão no Brasil, especialmente para a região Nordeste, que concentra a maior parte da produção nacional e apresenta problemáticas com disponibilidade de água de qualidade para irrigação, norteou o presente estudo, que objetivou avaliar o crescimento das plantas, a produção e a qualidade de frutos do híbrido de melão amarelo ‘Goldex’ sob condições de estresse salino. A pesquisa foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado, contendo dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,8 e 4,0 dS m⁻¹) e oito épocas de avaliação (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 e 66 dias após o transplante). Foram avaliadas variáveis de crescimento das plantas, de produção e de qualidade dos frutos de melão ao longo do ciclo. As plantas tiveram as características de crescimento retardadas e menor desenvolvimento em função do aumento da salinidade da água de irrigação, apresentando redução superior a 20% para a o peso seco da parte aérea, área foliar, número de ramos, comprimento de ramos secundários e 16,7% para o comprimento do ramo principal. Além disso, a salinidade provocou atraso no desenvolvimento dos frutos e redução

de 16% no seu peso final, sem modificar significativamente os teores de carboidratos e sólidos solúveis totais. Ao longo do desenvolvimento houve aumento no teor de sólidos solúveis totais dos frutos, especialmente em função do acréscimo de sacarose nos estádios finais de crescimento.

PALAVRAS-CHAVE: inibição de crescimento, irrigação, salinidade, pós-colheita

INTRODUCTION

Melon (*Cucumis melo* L.) is a cucurbit that has morphological characteristics of herbaceous plants, and its part of interest is the fruit, which is mainly consumed fresh (Du et al., 2022). Among the commercial types, the most traditionally consumed in Brazil is yellow melon, which belongs to the odorless group (OLIVEIRA et al., 2019).

The Brazilian Northeast has favorable climatic conditions for melon cultivation, because the high temperature and luminosity allow full development of the fruits and reduce crop cycle, which causes the region to be considered suitable for irrigated cultivation (VALNIR JUNIOR et al., 2013; EMBRAPA, 2017). For these reasons, the region emerges as the main producer and exporter of melon in Brazil, responsible for 92% of the national production, with the states of Rio Grande do Norte and Ceará accounting for 86.9% of the regional percentage (IBGE, 2023).

Despite the good production results, much of the water that is used for irrigation in this region has excess salts, which contributes to the accumulation of salt ions in the soils and can cause stress conditions, inhibiting plant growth and reducing yield (Li et al., 2019). Initial growth and flowering are the melon development stages most sensitive to salinity; in these stages, salt stress limits gas exchange and the production of photoassimilates, due especially to

the difficulty in absorbing and transporting nutrients from the soil, reducing plant growth and yield (Sousa et al., 2020). In this context, to reduce the effects of salts on the melon crop, one of the strategies is to choose in which stages of the cycle there is less effect on its development and productivity.

Thus, the objective of the present study was to evaluate plant growth, production and fruit quality of the ‘Goldex’ yellow melon hybrid under conditions of salt stress, at different times of development.

MATERIAL AND METHODS

Location, soil and climate

The experiment was conducted in the field at the Pacajus Experimental station, belonging to Embrapa Tropical Agroindustry, headquartered in Pacajus, Ceará, Brazil. The geographical coordinates are 4°10’S and 38°27’W, at altitude of 60 m, and the soil is classified as *Neossolo Quartzarênico* (Quartzipsamment) (Embrapa, 2013), whose characteristics are presented in Table 1.

Table 1. Physical-chemical characteristics of the soil of the experimental area.

Layer	ID	P	OM	pH H ₂ O	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H+Al	Al ³⁺	SB	CTC	V	m
		mg/dm ³	g/kg					mmolc/dm ³					%	
725	0-20cm	88	9	5.7	7.1	19	10	5	17	0	41	57	71	0

Crop management, irrigation management, fertigation and cultural practices

Seedlings were obtained by sowing yellow melon (Goldex hybrid) seeds in 200-cell polypropylene trays containing substrate composed of coconut fiber, peat and humus (1:1:1, v:v:v). The seedlings were acclimatized in a greenhouse and irrigated twice a day. After 13 days

of sowing, when the seedlings had two true leaves, they were transplanted, at the end of the day, to the experimental area. After four days of transplantation, saline treatments (0.8 and 4.0 dS m⁻¹) were applied. Until this, 0.8 dS/m water was used for all plants.

Before planting, initial fertilization was carried out in the area (0.0625ha), based on soil analysis, using 500 kg of cattle manure, 2.2 kg of urea (to provide nitrogen), 29.3 kg of triple superphosphate (to provide to provide phosphorus) and 3.1 kg of potassium chloride (to provide potassium). Throughout the cycle, fertilization was carried out via fertigation, carried out three times a week, using a nutrient solution prepared in a 20 L container, which was applied through a Venturi injector in a bypass system. During the plant cycle, 16.7 kg of urea (to provide nitrogen), 32.6 kg of MAP (to provide phosphorus) and 32.3 kg of potassium chloride (to provide potassium) were used as nutrient sources, divided and applied for nine weeks. The distribution of nutrients followed the guidelines of the Embrapa Melon Production System (Embrapa, 2017).

Irrigation was applied using a drip system, with one line of drippers per row, which was covered with double-sided plastic mulching: black side facing down and silver side facing up. The seedlings were spaced in the cultivation row every 0.8 m.

Crop water requirement was calculated using an electronic spreadsheet, which considered data collected in an automatic weather station installed near the experimental area, to determine the reference evapotranspiration (ET_o) according to the Penman-Monteith methodology proposed by FAO (Allen et al., 1998). In addition to the ET_o mentioned, the crop coefficients (K_c) for the melon crop, determined specifically for the conditions of the Ceará state (Miranda et al., 1999), were considered. Crop evapotranspiration (ET_c) was calculated as the product between ET_o and K_c. The total irrigation required (TIR) for the melon crop, applied daily, was determined by the product between ET_c and percentage of wetted area (PWA) divided by distribution uniformity coefficient (DUC) of 95.5%. Irrigation time was defined by

the product between the spacing between drippers, spacing between rows and TIR, divided by the drip flow rate, in L h⁻¹ (Bernardo et al., 2008).

Salinity levels of 0.8 and 4.0 dS m⁻¹ were respectively obtained using well water from the property (Table 2) with conductivity of 0.8 dS m⁻¹ and well water with addition of sodium chloride (NaCl). The ratio used to obtain the salinity level was 10 mM of NaCl for every 1 dS m⁻¹. Adjustments were performed after measurement with a portable conductivity meter. The solutions were prepared in 5000 L water tanks and pumped to the plants by a 0.5 hp motor pump set through PVC pipes with diameter of ¾” for main lines and 16 mm for drip lines. The irrigation lines had Katif pressure-compensating drippers from Revulis® (Minas Gerais, BR) with flow rate of 4.0 L h⁻¹ spaced 0.8 m apart, corresponding to one dripper per plant.

Table 2. Analysis of the property's well water, Pacajus, Ceará 2021.

Sample	ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Sum of cations	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Sum of ânions	RAS
			mS/cm					mmol/L						
2021/04	Pit	7,2	0,858	0,8	1,3	0,2	4,6	6,9	7,4	0,0	0,0	0,1	7,5	4,5

pH: pH meter; Electrical conductivity (EC): Conductivity meter; Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ and SO₄²⁻: ICP-OES; Cl⁻: titration with silver nitrate; CO₃ and HCO₃: titration with sulfuric acid; NA: not evaluated; RAS: Sodium adsorption ratio.

Experimental arrangement

The experimental arrangement consisted of a random scheme of eight cultivation rows spaced every 2 m, each of which containing 26 plants, at spacing of 0.8 m. Two lateral rows were added as a border, one at the beginning and the other at the end of the experimental area. The experimental design used was completely randomized, in a double factorial scheme, referring to two salinity levels of irrigation water (EC_w of 0.8 – well water, control, and 4.0 dS m⁻¹) and eight evaluation times (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 days after transplantation - DAT) and four replicates, totaling 64 experimental units.

Plant growth analysis

Shoot dry weight (SDW - g), leaf area (LA - cm²), number of branches (NB), length of the main branch (LMB - cm) and length of secondary branches (LSB - cm) were evaluated throughout the cycle at eight times of development (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 days after transplantation).

Fruit analysis

Harvest was carried out at 2-day intervals, starting when most of the fruits were fully developed (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 DAT), harvesting only fruits with predominantly yellow color.

The following variables were measured: number of fruits per plant (NF), average fruit weight, using a semi-analytical balance, with the results expressed in g; longitudinal and transverse diameters and, pulp thickness in mm, using a digital caliper; and, total soluble solids (°Brix), used a digital refractometer (Atago®).

Fruit pulp color was measured by reflectance, using a MINOLTA CR 300 colorimeter, with 8-mm aperture D65 light source, in the C. I. E. (Commission Internationale de L'Eclairage) standard. Objective color characterization was performed using the CIELAB system (L*a*b*), in which the L* axis (lightness) varies from 0 (black) to 100 (white), the a* axis ranges from green (-a) to red (+a), and the b* axis ranges from blue (-b) to yellow (+b) (McGuire, 1992). In addition, the hue angle was calculated using the expression $\tan^{-1} (b^*/a^*)$, defined as the color hue, where °hue values close to 180° represent greener fruits, which become more yellow as they tend to 90°, and chromaticity, expressed by the equation $C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$, which indicates color intensity, being the distance from the center to the edge of the diagram (Mattiuz & Durigan, 2001).

Sugars – GCMS

The analysis of sugars (glucose, fructose and sucrose), extracted from samples of pulp of melon fruits along their maturity stages, was performed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS, QP-PLUS 2010, Shimadzu, Japan). Frozen samples of melon fruit pulp were macerated in liquid nitrogen until reaching the consistency of a fine powder, and the polar metabolites were extracted according to the methodology proposed by Lisec et al. (2006).

Statistical analysis

Analysis of variance (ANOVA) of the data was performed using the F test. Significant means were compared by Tukey test ($p < 0.05$ and $p < 0.01$), using the computer program SISVAR (Ferreira, 2020). Graphs were constructed using the SigmaPlot program (version 11.0).

RESULTS AND DISCUSSION

Salinity influenced all growth characteristics, regardless of evaluation time, except for the length of secondary branches (LSB), which changed between times, but there was no interaction between the factors for all variables evaluated (Table 3).

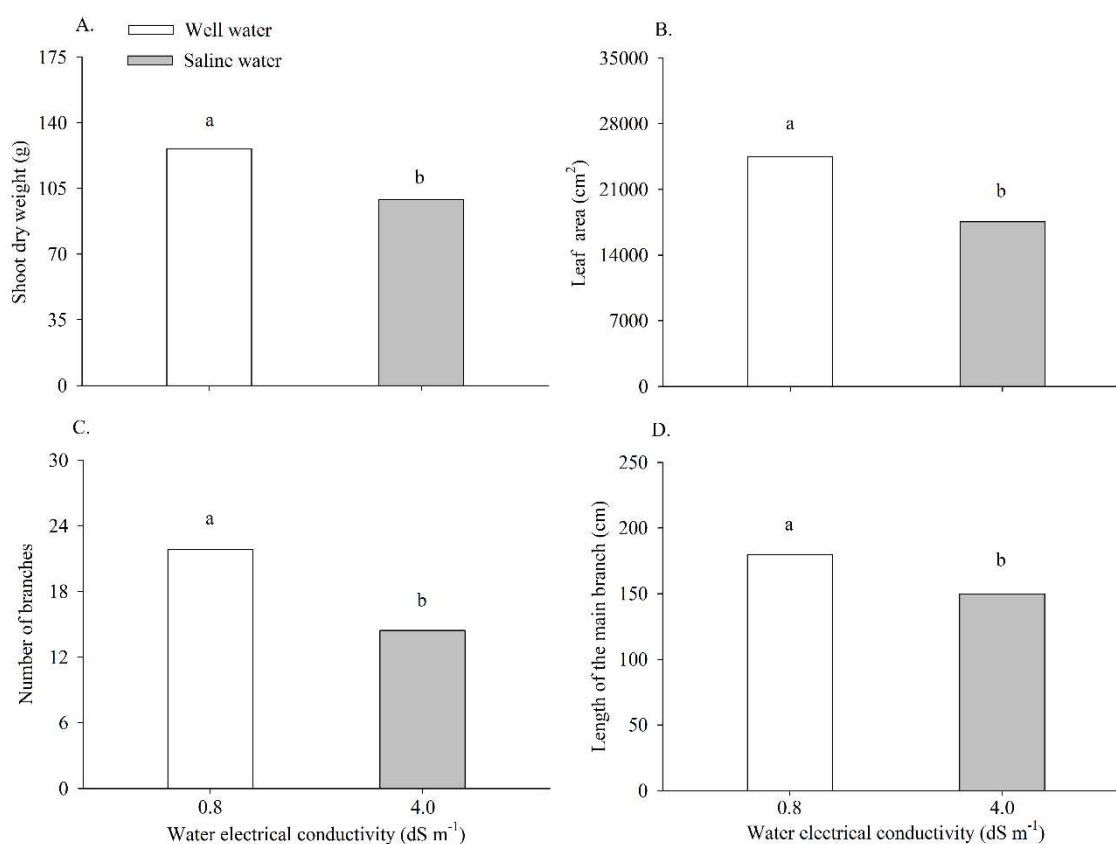
Table 3. Analysis of variance of shoot dry weight (SDW), leaf area (LA), number of branches (NB), length of the main branch (LMB) and length of secondary branches (LSB) of irrigated melon under two levels of salinity (0.8 and 4.0 dS m⁻¹) and at eight evaluation times (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 DAT).

Sources of variation	Mean squares					
	DF	SDW (g)	LA (cm ²)	NB	LMB (cm)	LSB (cm)

Salinity	1	11323.6 **	774673801.5 **	877.6 **	14400.0 **	5701947.0 **
Times	7	35.4.2 ns	103192340.7 ns	105.6 ns	1206.28 ns	803030.8 *
Salinity x Times	7	3850.8 ns	91459171.7 ns	53.2 ns	523.86 ns	346254.9 ns
Residual	48	2090	59266133	61.46	929.46	348711.8
Total	63	163130.4	4.98	4939.7	71125	30485115.2
CV (%)	-	40.55	37.00	43.22	18.49	43.41

DF = degrees of freedom; CV= coefficient of variation; * = Significant at 5%, ** = significant at 1% and ns = not significant.

Increase in the electrical conductivity of irrigation water negatively influenced the variables shoot dry weight, leaf area, number of branches and length of the main branch, causing reductions of 21, 28, 34 and 17%, respectively (Figure 1). These reductions confirm the negative influence of the accumulation of salts in the mesophyll cells of the leaves, the main site of synthesis of photosynthetic assimilates.

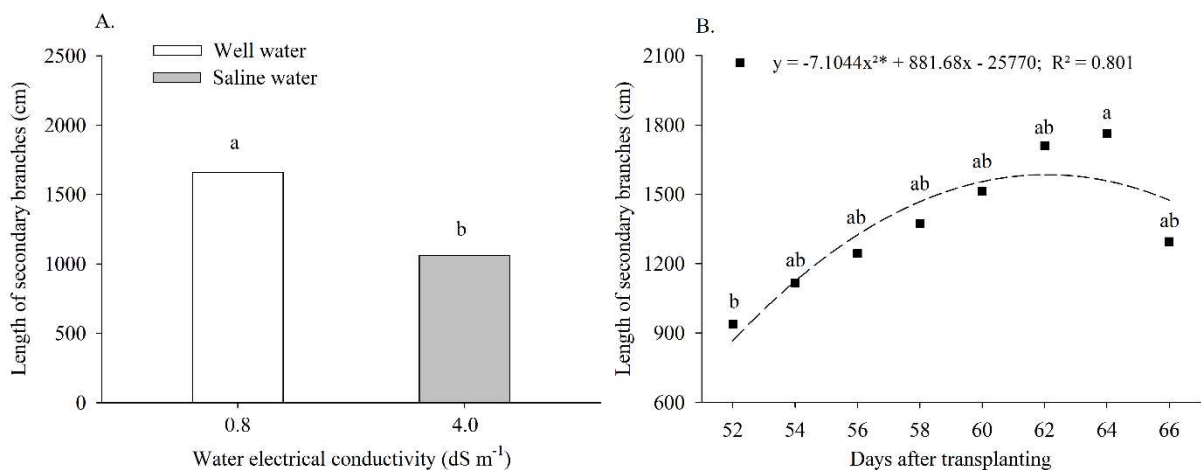


* Different letters differ by Tukey test (p<0.05).

Figure 1 - Shoot dry weight (SDW), leaf area (LA), number of branches (NB) and length of the main branch (LMB) of melon as a function of the electrical conductivity of irrigation water

The results presented corroborate those reported by Lopes et al. (2017), who observed reduced growth and dry matter accumulation in melon plants with increasing salinity of irrigation water (0.8 to 4.5 dS m⁻¹). The little influence of the development stages on plant growth was due to the sampling period, which began at 52 DAT, the age at which the plants were already in full development and from which they drastically reduce their vegetative development due to the high demand for photoassimilates by the fruits in growth and maturation, which is more evident by changes only in the length of secondary branches (LSB).

The length of secondary branches (LSB) was also reduced with the increase in ECw, by 36% (Figure 2A). Regarding the evaluation times, the lowest mean of LSB was observed at 52 DAT, with a stabilization between 54 and 62 DAT, and an increase in growth at 64 DAT, followed by a reduction at 66 DAT, probably due to the senescence of some of these branches (Figure 2B).



* Different letters differ by Tukey test (p<0.05).

Figure 2 - Length of secondary branches (LSB) of melon as a function of the electrical conductivity of irrigation water (A) and eight evaluation times (B)

The reduction in plant growth and development was below the results found by Lima et al. (2020), who observed a reduction of more than 50% in stem length for the melon hybrid SV1044, when salinity was increased from 0.5 to 5.0 dS m⁻¹, while in the present study the reduction was 36% and stabilization was observed in most evaluation periods (Figure 2B), occurring both for plants irrigated with good quality water (0.8 dS m⁻¹) and for those irrigated with saline water (4.0 dS m⁻¹).

Growth and development throughout the cycle were also reduced when plants were irrigated with saline water (4.0 dS m⁻¹). This is possibly due to the fact that salinity affects melon performance, reducing water availability and interfering with the ionic balance inside cells, causing molecular damage, interruption or retardation of growth and cell death (Sarabi et al., 2017).

With regard to the variables number of fruits (NF), average fruit weight (FW), fruit longitudinal diameter (LD), fruit transverse diameter (TD), pulp thickness (PT) and total soluble solids content (TSS), the analysis of variance showed effects of salinity on FW and TD, while the evaluation times did not influence only TD, and there were also effects of the interaction between the factors on NF and FW (Table 4).

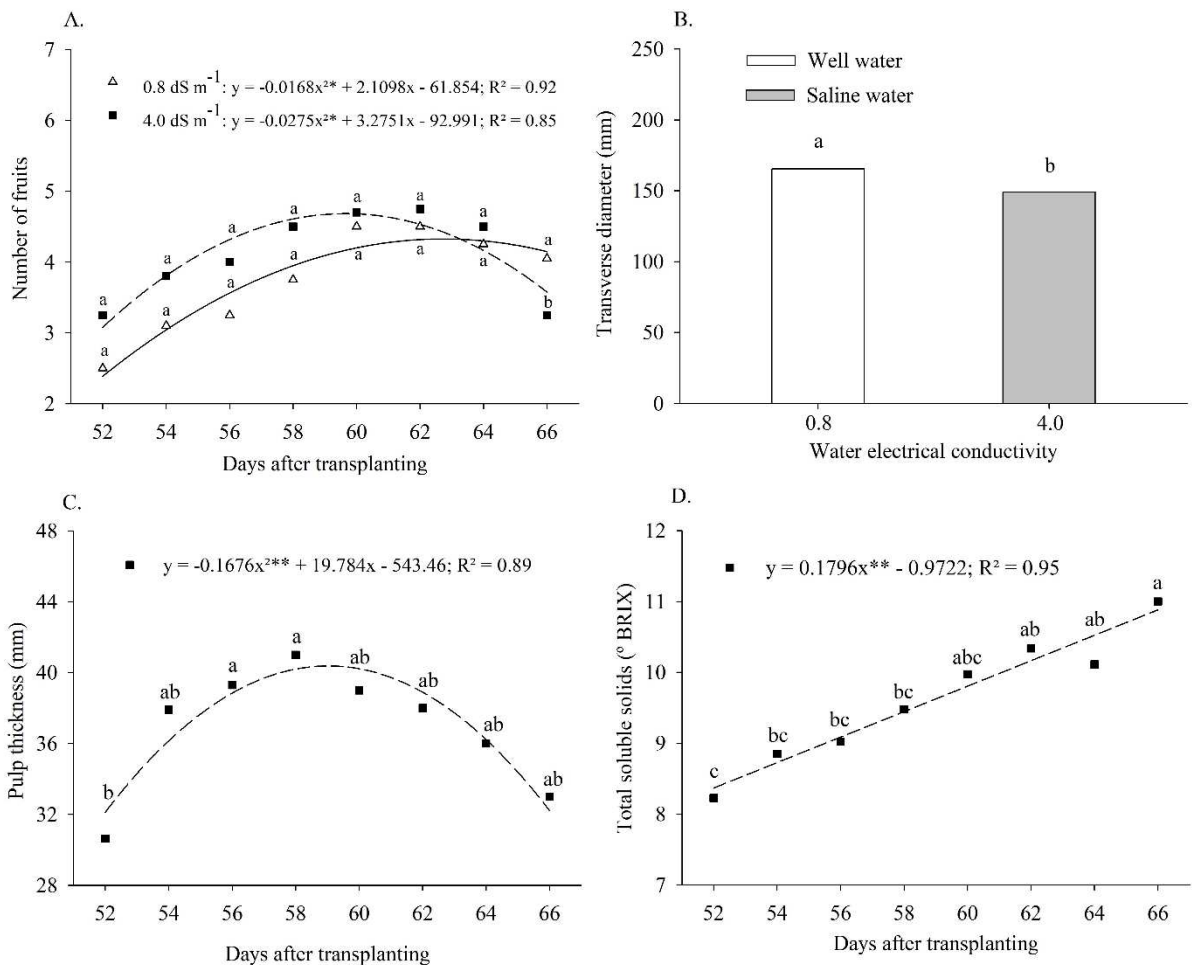
Table 4 - Analysis of variance for the number of fruits (NF), average fruit weight (FW), fruit longitudinal diameter (LD), fruit transverse diameter (TD), pulp thickness (PT) and total soluble solids content (TSS) of irrigated melon under two salinity levels (0.8 and 4.0 dS m⁻¹) and at eight evaluation times (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 DAT).

Sources of variation	Mean squares						
	DF	NF	FW (g)	LD (mm)	TD (mm)	PT (mm)	TSS (°BRIX)
Salinity	1	0.01ns	979357.6**	355.7ns	2618.8**	25.75ns	0.15ns
Times	7	4.05ns	155115.7**	539.8*	121.9ns	82.64**	6.51**
Salinity x Times	7	3.48*	186157.0**	195.5ns	86.8ns	13.3ns	1.33ns
Residual	48	1.33	54880.1	242.1	229.3	22.11	1.21
Total	63	116.94	6002512.2	17125.8	15089.3	1759.2	113.44

CV(%)	-	29.04	17.39	12.13	9.50	13.10	11.47
-------	---	-------	-------	-------	------	-------	-------

DF = degrees of freedom; CV= coefficient of variation; * = Significant at 5%, ** = significant at 1% and ns = not significant.

In plants grown under low salinity, the number of fruits per plant increased throughout the development stages, with constant values from 52 to 58 DAT, followed by an increase at 62 DAT, which remained until 66 DAT (average of 4.6 fruits). Conversely, in plants grown under conditions of high salinity, the number of fruits remained stable throughout the cycle (Figure 3A). It should be noted that the total number of fruits does not translate into number of marketable fruits and that, in commercial orchards, there is a management strategy aimed at avoiding excessive number of fruits per plant (kept around 2.0 to 2.5 fruits per plant), which could attenuate this negative effect of salinity.



* Different letters differ by Tukey test (p<0.05).

Figure 3 - Number of fruits (A), fruit weight (B), longitudinal diameter (C), transverse diameter (D), pulp thickness (E) and total soluble solids (F) of melon as a function of the electrical conductivity of irrigation water and eight evaluation times

In addition to the data presented above, it was observed that plants irrigated with good quality water continued to produce fruits even at the end of the cycle, highlighting that, although there was no retardation of vegetative growth, the reductions in leaf area and plant growth caused by salinity led to a lower supply of photoassimilates to the reproductive buds, which resulted in a smaller number of fruits produced.

When evaluating the influence of salinity on fruit production, significant reduction was observed only in the last stage of development (Figure 3A). According to Lima et al. (2020), reductions in the production and quality of melon fruits are mediated by toxic effect, mainly caused by Na and Cl ions, which accumulate in the soil and in melon leaves, reducing gas exchange, leading to nutritional imbalance and reduction in water absorption (osmotic effect).

Although the interaction between the factors (salinity x evaluation times) had a significant influence on fruit weight, these differences were observed only at 52 and 62 DAT, when plants irrigated under salinity (4.0 dS m^{-1}) had the lowest values.

The fact that irrigation with saline water can enable melon production shows that water of this nature can become a potential resource for irrigation in areas that do not have good quality water and in semi-arid areas of northeastern Brazil affected by water scarcity (Terceiro Neto et al., 2013). In this context, the results presented show that saline water can be used to strengthen fruit growing in the Northeast.

Transversal diameter (Figure 3B) differed between the evaluation times, with higher values at 64 DAT and an average of 143 mm, showing an increase of 10% compared to the overall average of all evaluations (128 mm). The result found was below those reported by

Pereira et al. (2021), who found maximum fruit length of 179 mm for Glacial melon, and by Simões et al. (2016), who observed value of 164 mm for the variety AF-682.

Transverse diameter (Figure 3B) was influenced by salinity, with a reduction of 10% when plants were irrigated with high-salinity water (4.0 dS m^{-1}). The mean values showed that there was no difference in fruit shape between treatments, with a flattened shape (shape ratio - $SR < 0.9$), according to the shape classification proposed by Pedrosa (1982), which determines SR by calculating the ratio between longitudinal diameter and transverse diameter, classifying the fruits as: flattened ($SR < 0.9$), spherical ($0.9 \leq SR \leq 1.1$), oblong ($1.1 \leq SR \leq 1.7$) and cylindrical ($SR > 1.7$).

Regarding the post-harvest variables, it was observed that the maximum longitudinal diameter (length) and maximum transverse diameter (width) of the fruits (17.93 and 15.33 cm, respectively) were higher than those obtained by Simões et al. (2016), who observed values of 16.40 and 13.80 cm (for the varieties SF 10/00 F1 and Goldmine). The values obtained here were also 13.27% higher than those of the AF-682 variety observed by Batista et al. (2009), and 36.50% higher than those of the 'Nectar' hybrid of the cv. Gália (Lima et al., 2017). These characteristics are important in the classification of fruits by type, which corresponds to the number of melons per standard box of 54 x 34 x 17 cm (Pereira et al., 2021). The melons in the present study were classified as types 6 or 7 (between 6 and 7 melons per box), which currently have equal preference by domestic and foreign markets (Dantas et al., 2013).

The source of nitrogen fertilizer adopted in this study was urea, which may have been one of the causes for the fruits to have shown length and diameter greater than those recorded in the literature. Rodrigues et al. (2019) found increase of up to 175% in the biometric parameters of Cantaloupe melon fruits when urea was used as nitrogen source.

No significant results ($p < 0.05$) were found for pulp thickness caused by irrigation water salinity. This result differed from that reported by Lima et al. (2020), who evaluated biometric parameters of Cantaloupe melon fruits under salt stress conditions and observed that pulp thickness showed a behavior inversely proportional to the increase in salinity. The authors found pulp thickness values ranging from 28 to 37 mm for the salinity levels of 5 and 0.5 dS m⁻¹, respectively.

However, pulp thickness was significantly ($p < 0.05$) affected by the evaluation times. At 52 DAT, the fruits showed lower pulp thickness, which is related to the beginning of the maturation process, when the fruits had not yet fully developed their pulp. This can be justified by the pulp thickness values observed at 60, 62, 64 and 66 DAT, which increased and remained constant, with no significant variation between times (Figure 3C).

The average pulp thickness observed in the present study is higher than those obtained by Andrade et al. (2022) and Rangel et al. (2018), who evaluated the performance of Cantaloupe melon in greenhouse and observed averages of 3.76 and 3.45 cm, respectively.

The content of total soluble solids increased as a function of the evaluation times, reaching 11 °Brix for fruits at 66 DAT. However, when comparing TSS values between salinity levels, no significant influence of the treatments was observed (Figure 3F). This result corroborates those found by Medeiros et al. (2011), who also observed no influence of salinity (0.5 to 3.9 dS m⁻¹, in drip irrigation system) on the average values of soluble solids and pulp firmness.

The TSS content of melons, to which sugars contribute to a large extent, has received greater attention in recent years due to its importance in determining the quality and, consequently, the marketing value of the fruits. For the international market, a minimum TSS content of 9.0 °Brix is recommended, and for yellow melon the required TSS content is from 10 to 12 °Brix (Souza et al., 2014), so the melons analyzed from 60 DAT are within the accepted

standard. At 52 and 54 DAT, the fruits have not yet completed their maturation and, therefore, have TSS below 9 °Brix, so harvest for commercialization at this time of evaluation is not recommended.

For the color of the honeycomb, the measurement is the angle °hue (H), which varies from 0° to 360°, with 0° corresponding to the color red, 90° corresponding to the yellow color, 180° to the green and 270° to the blue, values less than 100° foram found. in all the validation times (DAT), which indicates that the green color is yellow (Figure 4A). A small difference in values was observed; The treatment with CEa of 0.8 dS m⁻¹ was always superior to the treatment with salinity (4.0 dS m⁻¹), values above 90° tending to 180°, making the yellow color more close to the green color, indicating fruits with ripening slightly more delayed than when subjected to salt stress conditions (Figure 4A).

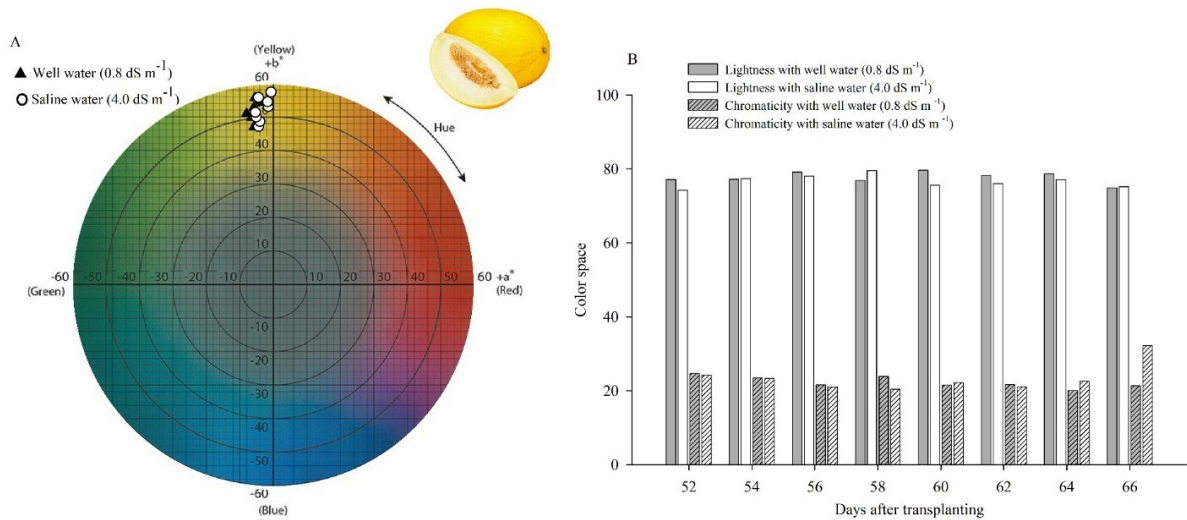


Figure 4 - Mean values of hue angle - °Hue (A) (L*a*b* color space), lightness and chromaticity (B) in the pulp of fruits of irrigated melon under two salinity levels (0.8 and 4.0 dS m⁻¹) and at eight evaluation times (52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 and 66 DAT)

All fruits evaluated, with and without saline treatment, had mean values of lightness (L) above 70. As the lightness scale ranges from 0 to 100, where 100 indicates white and 0 indicates absence of lightness, it can be seen that these fruits were brighter than opaque (Figure 4B). On the other hand, the chromaticity of the fruit pulp was within the range of 18 to 24,

indicating a weaker color intensity, closer to zero, assuming values close to zero for neutral colors (gray) and around 60 for vivid colors (MCGUIRE, 1992). In summary, the small variation in color indices indicates that the physical characteristics of the fruit pulp are preserved, with little change due to maturation or to the presence of excess salts in plant tissues.

The analysis of sugars showed predominance of fructose, glucose and sucrose, present in all pulp samples evaluated. There was no difference between these metabolites for the salinity levels ($p < 0.05$). However, throughout the evaluation times it was possible to observe variation of these sugars (Figure 5).

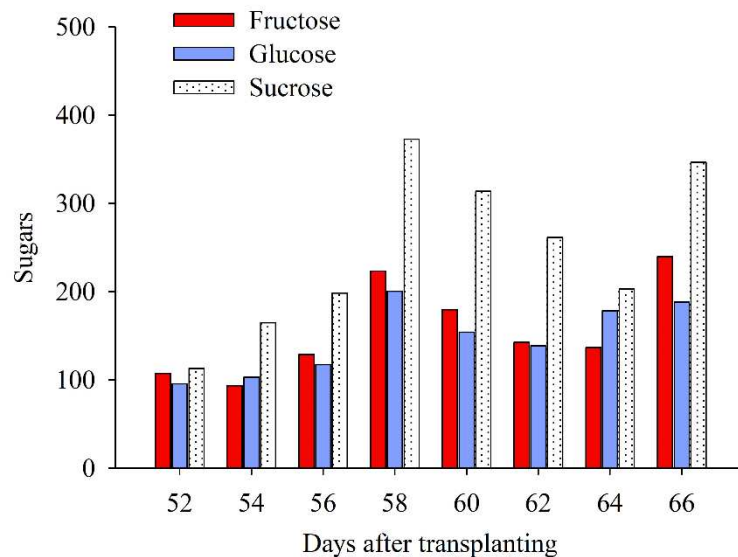


Figure 5 - Integration of the area under the chromatogram curve for the sugars glucose, fructose and sucrose in melon fruit pulp as a function of eight evaluation times

At 52 DAT, the contents of glucose, fructose and sucrose were low, which indicates the beginning of fruit maturation. The contents of the first two sugars remained low until 56 DAT, while sucrose increased already from 54 DAT. From 58 to 66 DAT, glucose and fructose contents remained stable, almost double the values observed in the previous stages. However, sucrose had another peak of increase at 58 DAT, remaining stable until the final harvest, at 66

DAT, with almost twice the contents of the monosaccharides glucose and fructose (44% difference when compared to the period from 52 to 56 DAT).

These results indicate that the fruits were already with satisfactory levels of these metabolites from 58 days after transplantation (9 °Brix), a result that is in agreement with Simões et al. (2016), who obtained values on the order of 9.20 to 10.70 °Brix with Goldmine melon cultivars.

The main components of the soluble sugar fraction of ripe melon fruits are sucrose, glucose and fructose, and the increase in sugar content during their maturation is mainly due to the increase in sucrose content, while glucose and fructose show almost no variation. Sucrose accumulation during fruit development and maturation is the most important variable in determining fruit quality (Freilich et al., 2015). In this context, it is observed that harvest time is crucial for the fruits to meet the required quality parameters.

CONCLUSIONS

Increased salinity of irrigation water negatively affected the growth characteristics of melon plants, regardless of the evaluation time.

Salinity of 4.0 dS m⁻¹ does not reduce the fruit production of Goldex melon until 64 days after transplantation.

Fruit quality was not affected by irrigation water salinity, indicating that Goldex melon can be grown with EC_w of 4.0 dS m⁻¹.

4 CAPITULO 3 - MELOEIRO EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE SALINO EM AMBIENTE PROTEGIDO

RESUMO

No Brasil, o cultivo de melão é realizado quase que exclusivamente na região Nordeste, especialmente devido às condições climáticas favoráveis, como temperatura elevada e sol o ano todo. Por sua vez, as características de baixa precipitação anual, atrelada com altas temperaturas no segundo semestre, favorece a diminuição do nível de água dos poços profundos na região, concentrando os sais, tornando necessária a utilização de águas salinas para uso na irrigação a fim de suprir a demanda da produção. O cultivo com água salina pode acarretar inúmeros prejuízos a cultura do melão, como redução do crescimento das plantas, diminuição na produção de frutos e qualidade dos melões. Diante disto o objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação na produção e qualidade de frutos melão em ambiente protegido. A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido pertencente a Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, Ceará, Brasil. O genótipo de melão utilizado (*Cucumis melo* L.) foi o Goldex. A irrigação foi feita via sistema localizado por gotejamento. O desenho experimental foi disposto em blocos ao acaso com quatros níveis de água salina (S1 - 0,5 dS m⁻¹; S2 - 2,5 dS m⁻¹; S3 - 3,5 dS m⁻¹ e S4 - 4,5 dS m⁻¹) e quatro períodos de colheita (48; 54; 60 e 65 DAT). O crescimento das plantas de melão foi afetado pela salinidade a partir de 2,5 dS m⁻¹. Houve incremento da fotossíntese líquida e transpiração e aumento no índice de clorofila, evidenciando modificações na aclimatação das plantas, visando manter seu crescimento e desenvolvimento. Apesar dessas mudanças adaptativas os frutos tiveram sua massa reduzida com o aumento da salinidade, no entanto, mantiveram a concentração de sólidos solúveis satisfatória.

PALAVRAS CHAVE: ambiente protegido; salinidade da água de irrigação, *cucumis melo*.

MELON FRUIT UNDER SALINE STRESS CONDITIONS IN A GREENHOUSE

ABSTRACT

In Brazil, melon cultivation is carried out almost exclusively in the Northeast region, especially due to favorable climatic conditions, such as high temperature and year-round sunshine. In turn, the characteristics of low annual precipitation, coupled with high temperatures in the second half of the year, favor a decrease in the water level of deep wells in the region, concentrating the salts, making it necessary to use saline water for use in irrigation in order to meet production demand. Cultivation with saline water can cause numerous damages to melon cultivation, such as reduced plant growth, reduced fruit production and melon quality. Therefore, the objective of the research was to evaluate the effects of salinity in irrigation water on plant cultivation, production and quality of melon fruits in a protected environment. The research was conducted in a protected environment belonging to Embrapa Agroindústria Tropical, in Fortaleza, Ceará, Brazil. The melon genotype used (*Cucumis melo* L.) was Goldex. Irrigation was done via a localized drip system. The experimental design was arranged in randomized blocks with four levels of saline water (S1 - 0.5 dS m⁻¹; S2 - 2.5 dS m⁻¹; S3 - 3.5 dS m⁻¹ and S4 - 4, 5 dS m⁻¹) and four harvest Period (48; 54; 60 and 65 DAT). The growth of melon plants was affected by

salinity from 2.5 dS m⁻¹. There was an increase in net photosynthesis and transpiration and an increase in the chlorophyll index, showing changes in the acclimatization of plants, aiming to maintain their growth and development. Despite these adaptive changes, the fruits had their mass reduced with the increase in salinity, however, they maintained a satisfactory concentration of soluble solids.

KEYWORDS: ambiente protegido; salinidade da água de irrigação, *cucumis melo*.

INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma cultura rentável e de rápido retorno econômico, além disso é adaptada para cultivo na Região Nordeste do Brasil (Sousa, 2020). O Nordeste é considerado a principal região produtora e exportadora de melão do País. Em 2021, o Brasil produziu em torno de 607 mil toneladas de melão, desse total a produção no Nordeste correspondeu a 96% (Instituto Brasileiro de geografia e estatística – IBGE, 2023).

O Nordeste brasileiro, com as suas características de baixa precipitação anual, atrelada com altas temperaturas e o período longo de estiagem no segundo semestre, favorece a diminuição do nível de água dos poços profundos, concentrando os sais, tornando necessária a utilização de águas salinas para uso na irrigação a fim de suprir a demanda da produção. Além das causas naturais de salinização das águas, o excesso de fertilizantes para incremento da produtividade, devido à alta demanda nutricional da cultura, é um agravante para a salinidade da água de irrigação (Medeiros et al., 2012). O uso diário de água com condutividade elétrica elevada na irrigação das culturas pode prejudicar o desenvolvimento de muitas plantas e comprometer a produção, incluindo o meloeiro (Terceiro Neto et al., 2013; Freitas et al., 2014).

O estresse salino interfere nos processos fisiológicos e metabólicos das culturas, por meio de efeitos tóxicos dos íons, e por prejudicar a absorção de águas pelas raízes (Taiz e Zeiger, 2013). Ademais podem provocar redução na eficiência das trocas gasosas realizadas pelas plantas e as reações químicas de assimilação de CO₂, o que acarreta prejuízos no crescimento e desenvolvimento das mesmas (Flowers e Flowers, 2005).

Na literatura há pesquisas evidenciando que o uso de água salina em melão tem efeitos mais severos no estágio vegetativo inicial, com redução de área foliar, peso seco de folhas e caules à medida que a condutividade elétrica da água de irrigação é aumentada (Dias

et al, 2015; Morais et al., 2019). Ademais, a salinidade compromete todos os processos do aparato fisiológico das plantas, afetando desde a germinação das sementes até as trocas gasosas, área foliar e massa seca total (Secco et al. 2010; Fernandes et al. 2010; Sarabi et al. 2017; Morais et al. 2018).

O cultivo em ambiente protegido é uma das técnicas da agricultura moderna bastante utilizada para viabilizar o cultivo fora de época, reduzir custos e aumentar a produtividade, além de que, aliado com os novos avanços tecnológicos na área de irrigação, como a fertirrigação, tem apresentado bons resultados (Factor et al, 2008). Esse tipo de cultivo exige também conhecimento sobre a distribuição e incidência de radiação solar, evapotranspiração, consumo hídrico das plantas a fim de atingir a máxima produção e qualidade da produção por unidade de área ou unidade de volume de água (Medeiros, Silva e Duarte, 2016). Um outro desafio no ambiente protegido é a utilização de água de baixa qualidade, o que torna fundamental o desenvolvimento de estratégias para o manejo da irrigação (Guedes et al., 2015)

Diante disto o objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação no cultivo das plantas, produção e qualidade de frutos de melão em ambiente protegido, a fim de contribuir para estratégias de manejo mais eficazes, que permitam a produção e qualidade de frutos em regiões produtoras de melão onde não se tem disponibilidade de água de boa qualidade, situação comumente encontrada na região semiárida do nordeste brasileiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área e condições experimentais

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente a Embrapa Agroindústria Tropical, com sede em Fortaleza, Ceará, Brasil. As coordenadas geográficas são 3°44'S, 38°33'W e altitude média de 19,5 m. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram acompanhados durante todo o ciclo e estão apresentados na Figura 6.

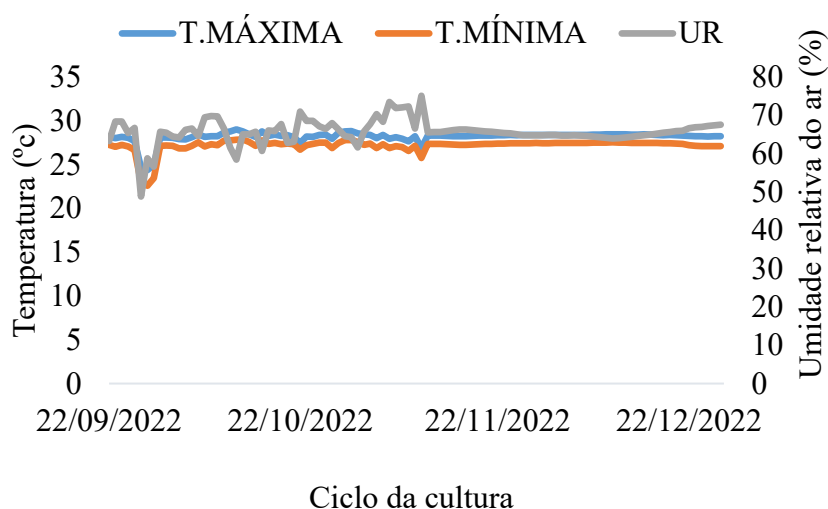


Figura 6 - Dados de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR %) ao longo do ciclo da cultura.

O delineamento foi disposto em blocos ao acaso (DBC) com quatro condutividades elétricas de água (1,5 dS m⁻¹ - água da torneira, tratamento controle; 2,5 dS m⁻¹; 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹) e quatro colheitas de frutos (48; 54; 60 e 65 DAT).

O substrato utilizado foi a fibra de coco (marca Amafibra). As características do substrato após o cultivo estão reportadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Características físico-químicas do substrato utilizado após o cultivo, Fortaleza, Ceará 2022.

Características	Tratamento (dS m ⁻¹)			
	1,5 dS m ⁻¹	2,5 dS m ⁻¹	3,5dS m ⁻¹	4,5dS m ⁻¹
Ph	5,3	5,3	5,3	5,3
CE (dS/m)	1,4	1,2	1,6	1,3
C – org (g/kg)	429	450	450	414
N – total (g/kg)	1,6	1,6	1,8	1,8
Ca (mg/L)	245	151	147	100
Mg (mg/L)	178	102	110	61
K (mg/L)	685	424	437	284
Na (mg/L)	221	279	627	551
P (mg/L)	79	55	36	41
Cl (mg/L)	461	603	1206	922
S (mg/L)	253	140	119	101
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	33	30	40	24
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	200	57	85	76

CTC (mmol/kg)	432	432	476	437
UA %(v:v)	33	23	35	32
CRA %(v:v)	30	27	30	26
DU (kg/m ³)	113	98	131	111
DS	76	75	85	75

CTC: capacidade de troca de cátions UA: umidade atual CRA: capacidade de retenção de água
DU: densidade na amostra úmida DS: densidade na amostra seca.

O genótipo de melão utilizado (*Cucumis melo* L.) foi o Goldex (um híbrido de melão amarelo, grupo *inodorus*) com fruto com característica não-climatérico. As sementes foram adquiridas comercialmente linha TOPSEED premium da empresa Agristar Ltda, Lote: 065119, germinação: 90% e pureza: 99%.

A irrigação foi feita via sistema localizado por gotejamento. Os gotejadores possuíam vazão de 2 L h⁻¹. O espaçamento foi de 2 x 0,5m. O desenho experimental continha 4 blocos, com cada bloco contendo 8 repetições de cada condutividade elétrica da água - CEa. Cada bloco era composto por linha dupla de 16 plantas por linha, contendo 8 repetições para cada condutividade elétrica da água, totalizando 32 plantas por bloco e um total de 128 unidades experimentais.

A necessidade hídrica da cultura foi calculada a partir da planilha eletrônica adaptada para cultivo em vaso na qual levou em consideração os dados coletados em uma estação automática de Fortaleza pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (Estação FORTALEZA A305) para determinação da evapotranspiração de referência (ET₀) segundo metodologia de Penman-Monteith proposta pela FAO (ALLEN et al., 1998). Além da ET₀ citada, consideramos os coeficientes de cultivo (K_c) para a cultura do melão determinado de forma específica para condições do Estado do Ceará (MIRANDA et al., 1999). O produto entre a ET₀ e o K_c determinou a evapotranspiração da cultura (ET_c) 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 L.h⁻¹ (BERNARDO et al., 2008).

A adubação foi feita via fertirrigação em função de recomendações propostas por Crisóstomo (2002). Dessa forma, a preparação da solução nutritiva utilizada foi baseada na solução de Hoagland & Arnon (1950). As soluções de cada produto foram feitas separadamente e foram juntas somente na caixa d'água. Foram aplicadas duas concentrações de solução (CE 1,0 dS m⁻¹ durante 10 a 25 dias de transplantio e CE 1,5 dS m⁻¹ durante a floração e final de ciclo). A cada sete dias foi aplicada uma lâmina de lixiviação, com um volume aplicado até a ocorrência da saturação e drenagem, feita com a mesma solução, afim de impedir o acúmulo de nutrientes no substrato. O início da aplicação da solução nutritiva se deu três dias após o transplantio das mudas.

Tabela 6 .Composição química dos nutrientes presentes na solução nutritiva para um volume de 1000L.

Produto	mL de solução nutritiva	
	1,0 CE dS m ⁻¹	1,5 CE dS m ⁻¹
Nitrato de cálcio	1650	2500
Nitrato de potássio	1650	2500
Fosfato monoatômico purificado	1650	2500
Sulfato de magnésio	1650	2500
Cloreto de potássio	1650	2500
Coquetel de micronutrientes	100	100
Fe – EDTA	100	100

Adaptada de Hoagland & Arnon, 1950.

Os valores equivalem a mL de solução pronta para um volume de 1000L, volume da caixa d'água.



Fonte: autora

Figura 7 - Disposição das plantas de melão cultivadas em ambiente protegido, tutoradas verticalmente. Fortaleza, CE outubro de 2022.

A polinização teve início aos 23 dias após o transplântio das mudas para os vãos e foi realizada manualmente (Figura 8) no período da manhã para garantir a viabilidade do pólen, permitindo-se 2 frutos por planta. Os frutos foram colhidos em quatro estágios diferentes de acordo com os dias após o dia de transplântio (DAT) - 48; 54; 60 e 65 DAT.



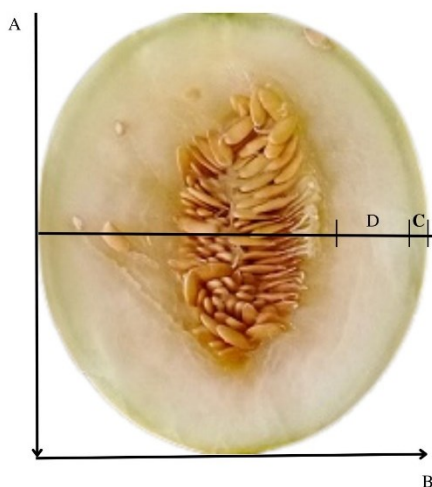
Fonte: autora

Figura 8 - Polinização manual de meloeiro, realizada em Fortaleza – CE (2022). A - flor masculina da planta destacada para polinização; B - flor feminina que recebe o pólen; C - flor feminina com as sépalas retiradas e já em contato com o pólen da flor masculina e D - marcação de data da flor feminina polinizada.

O tutoramento das plantas de meloeiro e dos frutos foi feito por meio de fitilho amarrado ao arame tensionado a 2,5 m de altura e os frutos também foram tutorados e sustentados em um saco do tipo redinha de polietileno.

Qualidade de frutos pós colheita

A colheita teve início aos 48 DAT e prolongou-se até o 65 DAT, sendo realizada de forma aleatória através de um sorteio para cada tratamento a fim de não haver escolha tendenciosa. No total foram feitas quatro colheitas em diferentes estádios de maturações dos frutos. Após cada colheita, os frutos eram levados para o Laboratório de Fisiologia Vegetal, onde inicialmente foram mensurados a massa média dos frutos (g) e os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos e a espessura da polpa, feitos com auxílio de uma régua e os valores expressos em cm. Para a determinação dessas medidas foi feito o corte do fruto ao meio (Figura 9).



Fonte: Autora.

Figura 9 - Desenho esquemático de partes do fruto de meloeiro: diâmetro longitudinal (A), diâmetro transversal (B), espessura de casca (C) e espessura de polpa (D).

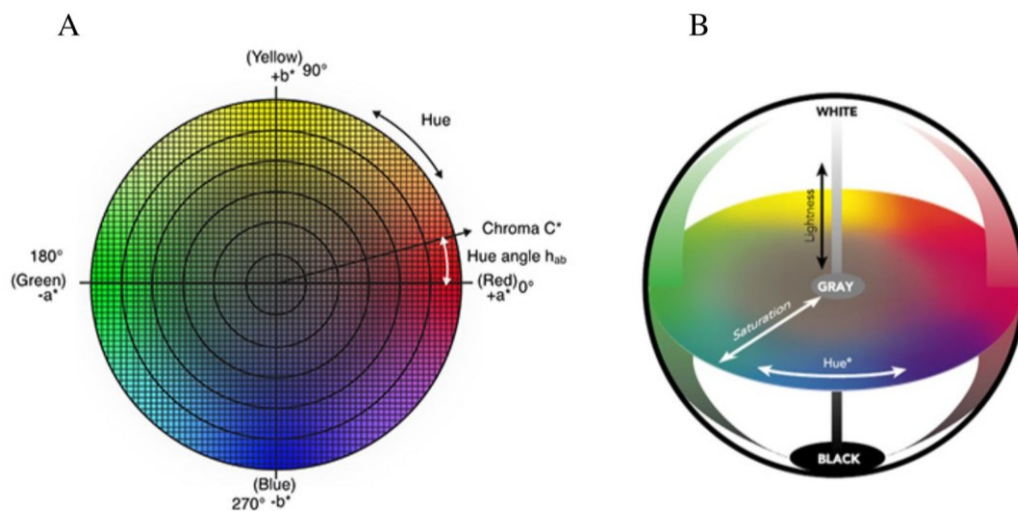
A relação de formato foi determinada calculando a razão entre o diâmetro longitudinal e diâmetro transversal, classificando os frutos de acordo com (LOPES, 1982) em: achatados ($RF < 0,9$), esféricos ($0,9 \leq RF \leq 1,1$), oblongos ($1,1 \leq RF \leq 1,7$) e cilíndricos ($RF > 1,7$). Essa é uma medida adimensional.

Colorimetria de casca e polpa

A cor da casca e da polpa dos frutos foram feitas por meio de colorímetro digital Minolta (CROMA METER CR-410, made in Japan), calibrado em superfície de porcelana branca. Realizaram-se duas leituras diretamente nas regiões demarcadas (casca e polpa). A determinação da coloração se deu através do espaço de cor CIELAB definido pela *Commision Internationale de l'Eclairage* (CIE, 1976), através dos parâmetros L^* (brilho: 0-escuro/opaco e 100-branco), a^* (coordenada verde/vermelho: -a indica tons de verde e +a tons de vermelho), b^* (coordenada azul/amarelo: -b referente a tons de azul e +b tons de amarelo) e partir desses valores foram calculados o ângulo Hue ($^{\circ}h^*$), apontado como o verdadeiro valor da coloração do fruto em que:

$$^{\circ}h^* = \text{actg}(b^*/a^*) \quad (1)$$

O ângulo Hue ($^{\circ}h^*$) é uma medida derivada de a^* e b^* e assume valor zero para a cor vermelha, 90° para amarela, 180° para verde e 270 para azul. A luminosidade assume valor zero para escuro/opaco e 100 para branco. O croma (intensidade da cor) assume valor de zero para cor impura e 60 para cor pura.



Fonte: adaptado pela autora

Figura 10 - Diagrama de cromaticidade do espaço de cor CIE, l^* , a^* , b^* para medida - A e espaço $l^*c^*h^\circ$ - B.

Sólidos solúveis totais (SS)

Após a quantificação das características físicas, e o processamento da polpa foi retirada uma alíquota do suco extraído da polpa para determinação do teor de sólidos solúveis (°Brix) com auxílio de um refratômetro digital (PAL-3, marca Atago).

Crescimento da planta e produção

As variáveis de crescimento da planta analisadas foram comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), área foliar (AF), massa fresca do ramo principal (MFRP) massa fresca dos ramos secundários (MSRS), massa seca do ramo principal (MSRP), massa seca dos ramos secundários (MSRS), peso fresco (PFF) e peso seco de folhas (PSF). Ao longo do ciclo também foi acompanhado o crescimento dos frutos através de pesagem da massa variável dos frutos (MVF). A massa variável era feita com o fruto ainda na planta durante o seu desenvolvimento (Figura 11).



Figura 11 – Massa variável de frutos de melão amarelo Goldex em condições de condições de estresse salino ($1,5 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$)

Trocas gasosas e índice de clorofila (SPAD)

As leituras de trocas gasosas foram feitas aos 17, 28, 43 57 e 65 dias após o transplântio, em folhas maduras, totalmente expandidas e expostas ao sol. Utilizou-se um analisador de gás infravermelho – IRGA (modelo LCI, ADC, BioScientific, Inglaterra). As variáveis de trocas gasosas analisadas foram fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração foliar (E) e concentração interna de CO_2 (Ci).

Aos 19 e 43 dias após o transplântio, foi avaliado o índice relativo de clorofila (IRC), medidor portátil SPAD 502 (Minolta) utilizando a folha totalmente expandida. As medições foram realizadas em três pontos da folha, sendo um em cada lado da folha (laterais), e no folíolo terminal central. Das três leituras, calculou-se a média de cada folha amostrada, utilizando-se o próprio medidor SPAD. Dos valores obtidos nas três folhas, calculou-se a média da parcela.

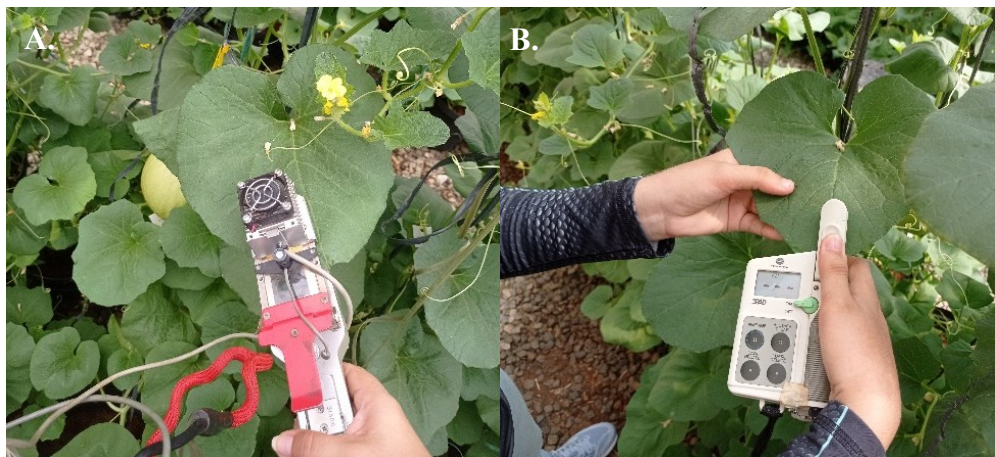


Figura 12 - Trocas gasosas - A e índice relativo de clorofila - B em folhas de melão Goldex em condições de condutividade elétrica da água ($1,5 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$)

Análise estatística

A análise de variância (ANOVA) dos dados foi realizada por meio do teste F. Médias significativas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$ e $p < 0,01$), por meio do programa computacional SISVAR (Ferreira, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliações de crescimento

Os pesos fresco total e seco de ramos secundários (PFRS e PSRS), a área foliar e os pesos fresco e seco das folhas (PFTF e PSTF) apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) para a salinidade da água de irrigação. Para a época de colheita, as variáveis afetadas foram CRP, AF, PFTF e PSTF, enquanto houve interação entre os fatores apenas para PFTF (Tabela 7).

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para parâmetros de crescimento: comprimento de ramo principal (CRP), peso fresco do ramo principal (PFRP), peso seco de ramo principal

(PSRP), peso fresco de ramos secundários (PFRS), peso seco de ramos secundários (PSRS), área foliar (AF), peso fresco total de folhas (PSTF) e peso seco total de folhas (PSTF) de plantas de melão em condições condutividade elétrica da água (1,5 dS m⁻¹; 2,5 dS m⁻¹; 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹) e quatro colheita de frutos (48; 54; 60 e 65 DAT).

FV	Quadrados médios				
	GL	CRP	PFRP	PSRP	PFRS
Bloco	3	0,35ns	2343,72ns	46,98ns	31784,704**
Eca -a	3	0,35ns	2343,72ns	46,98ns	31784,70**
Colheita -b	3	1,06**	2315,36ns	70,29ns	9881,18ns
Int.(a x b)	9	0,12ns	1229,02ns	43,77	4640,01ns
Residuo	45	0,14	1053,47	41,93	6274,16
Total	63	12,82	79475,86	27360	544449,33
CV (%)	-	16,97	21,97	30,58	57,94

FV	Quadrados médios				
	GL	PSRS	AF	PFTF	PSTF
Bloco	3	180,49**	11956303*	8143,46*	713,75**
Eca -a	3	180,49**	64028935**	50149,56**	713,75**
Colheita -b	3	49,65ns	64028935**	50149,56**	258,13**
Int.(a x b)	9	26,41ns	5871157ns	5652,33*	103,13
Residuo	45	37,59	29311334	2136,21	53,56
Total	63	3161,47	604792996	472328,46	8895,78
CV (%)	-	29,50	21,49	19,48	17,31

FV – Fontes de variação; GL – graus de liberdade; CV – Coeficiente de variação; * – Significativo a 0,05; ** Significativo a 0,01; ns – Não significativo.

O PFRS sofreu influência significativa ($p < 0,05$) dos níveis de salinidade (Tabela 6) e demonstrou redução de 16% com água de condutividade elétrica de 4,5 dS m⁻¹ em relação ao tratamento controle de 1,5 dS m⁻¹ (Figura 13). A Figura 13 demonstra ainda que a condutividade elétrica da água (2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹) não tiveram diferenças entre si, o que remete dizer que nas condições impostas de Cea não houve distinção significativa entre os tratamentos com adição de NaCl. As reduções foram de 13, 15 e 16% para 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente. Em relação as colheitas o PFRS não apresentou diferença ($P < 0,05$).

..

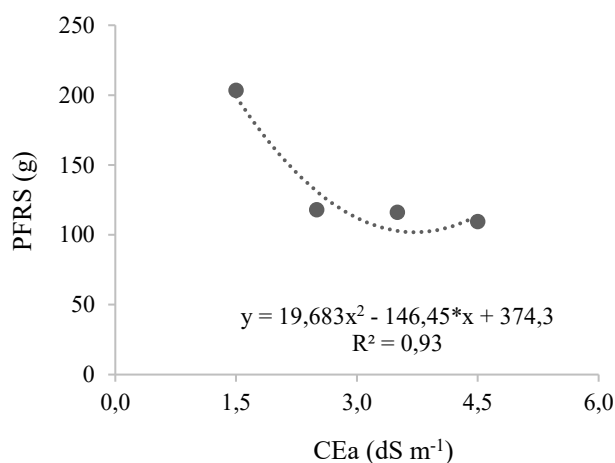


Figura 13 – Regressão do peso fresco de ramos secundários de plantas de melão em função de condutividades elétrica da água - CEa (1,5, 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹).

O peso seco dos ramos secundários (PSRS) sofreu redução com o incremento dos níveis de salinidade de irrigação ($p < 0,05$) e apresentou tendência linear decrescente. (Figura 14A. As reduções para os níveis de incremento da condutividade elétrica da água foram de 26%, 24% e 28% para as CEa de 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente. Durante as colheitas essa variável não apresentou distinção (Figura 14B)

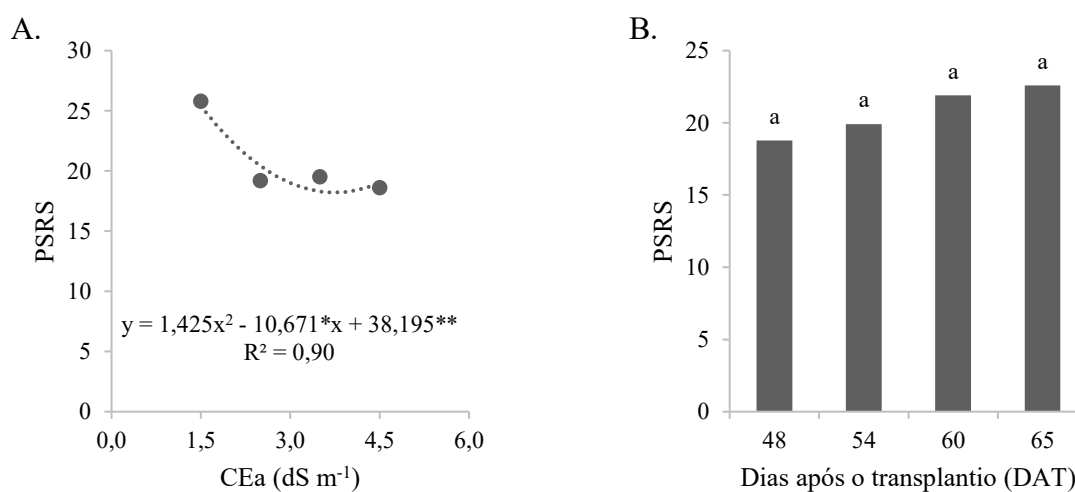


Figura 14 –Regressão do peso seco de ramos secundários de plantas de melão em função condutividades elétricas da água - CEa (1,5, 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹) – A e médias em função das colheitas (48, 54, 60 e 65 DAT) - B.

Na CEa de 0,5 dSm⁻¹ as plantas apresentaram média de 10908cm² de área foliar, enquanto que na Cea de 4,5 a média foi de 6427cm². Essa redução foi de 40% na CEa de 4,5 dS m⁻¹, quando comparado ao tratamento controle (Figura 13). A tendência teve comportamento linear ($p < 0,05$), reduzindo os valores de área foliar à medida que se aumentava a CEa, no entanto, cabe ressaltar que as médias dos tratamentos com 2,5 e 3,5 dSm⁻¹ não apresentaram distinção. A área foliar em relação as colheitas apresentou crescimento linear positivo à medida que se avançava os dias após o tranplantio, evidenciando que houve investimento em área foliar até os 60 DAT e que a partir daí as plantas estagnaram o crescimento, provavelmente isso se deu por conta do investimento maior de fotoassimilados destinados ao desenvolvimento dos frutos.

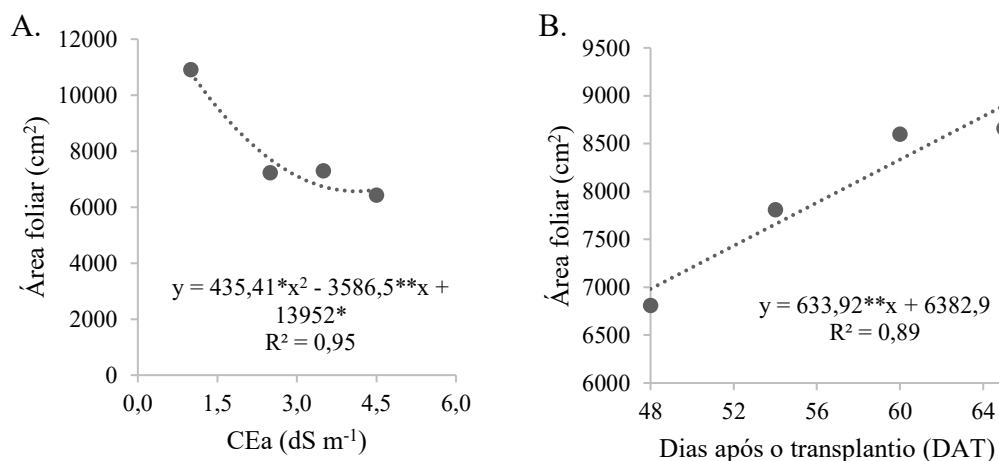


Figura 15 – Area foliar de plantas de melão em função da condutividade elétrica da água (CEa)– A e dias após o transplântio – B.

Essa redução na área foliar sob condições de salinidade se refletiu nas massas fresca e seca das folhas, que apresentaram menores valores, com redução linear à medida que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação (Figuras 16A e 16B).

Com relação à época de colheita, o investimento na emissão de folhas foi comprovado pelo aumento no peso fresco total das mesmas (Figura 16C), sem, contudo, ser observado aumento no peso seco total de folhas, o que parece indicar ter havido uma menor incorporação de estruturas de carbono nas plantas sob estresse salino, já que houve interação entre os fatores, ou seja, o aumento do PFTF em função dos estádios de desenvolvimento das plantas foi dependente do nível salino aplicado. Por outro lado, o peso fresco total das folhas apresentou crescimento ao longo das colheitas até os 60 DAT, sem haver diferença entre esse estágio e aos 64 dias após o transplântio (Figura 16C), o que evidencia que as plantas investiram no crescimento foliar até os 60DAT, como já foi constatado também para a área foliar.

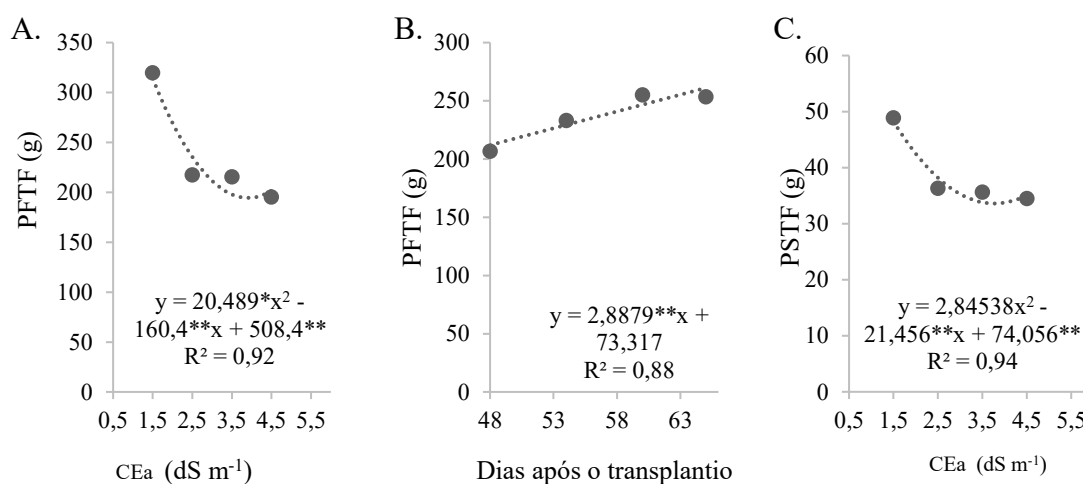


Figure 16 –Peso fresco total de folhas de plantas de melão em função de níveis da salinidade da água de irrigação – A e dias após o transplântio – B e peso seco total de folhas em função de condutividades elétricas da água (CEa)- C.

Alencar et al. (2003) encontrou redução de fitomassa fresca da parte aérea e área foliar de melão amarelo (Gold mine e AF646) mais de 16% por aumento unitário da condutividade elétrica, enquanto a fitomassa seca da parte aérea reduziu 15,5%. Os resultados na presente pesquisa foram bem superiores aos encontrados por Alencar (2003), já que a redução do peso fresco total de folhas (PFTF) na CEa de 4,5 dS m⁻¹ chegou a 58% e 47% para o peso seco total de folhas (PSTF) quando comparado com a CEa controle (Figuras 16A e 16B).

Para a área foliar a redução foi superior a 30% com o incremento do nível condutividade elétrica da água (Figura15A).

Trocas gasosas e índice relativo de clorofila

As trocas gasosas sofreram influência significativa ($p < 0,05$) para somente para os estádios de maturação dos frutos (colheita) aos 17 e 57 DAT. Para os tratamentos com adição de NaCl – CE somente apresentaram diferenças as taxas de fotossíntese líquida (A) e transpiração (E), havendo interação entre os fatores para fotossíntese líquida (Tabela 4).

Tabela 8 – Análise de variância de parâmetros fisiológicos: fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de CO_2 de plantas de melão em diferentes condutividades elétrica da água - CEa ($1,5 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$) e quatro colheitas de frutos (17, 28, 43, 57 e 65 DAT).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		A	E	Gs	Ci
Bloco	3	114,04**	68,20**	0,77**	22637,3**
CEa – a	3	48,93**	2,62**	0,06ns	107,8ns
Colheita - b	4	2299,05**	121,44**	8,89**	64882,0**
Int.(a x b)	12	23,56*	0,68ns	0,03ns	623,6ns
Resíduo	618	10,64	0,62	0,05	707,7
Total	640	16545,26	1090,50	70,82	772655,5
CV (%)	-	16,47	15,92	55,33	12,37

FV – Fontes de variação; GL – graus de liberdade; CV – Coeficiente de variação; * – Significativo a 0,05; ** Significativo a 0,01; ns – Não significativo.

Para a fotossíntese líquida (A) e transpiração (E) as maiores taxas foram no tratamento com maior CEa ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$), esse resultado pode ser justificado pelo maior índice de clorofila que apresentou maiores valores para o nível mais alto de condutividade elétrica da água (Figura 20A). A taxa de fotossíntese líquida na CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ apresentou um aumento de 5,26%, enquanto que, a transpiração foliar apresentou um incremento de 4,32% em relação à média dos demais níveis (Figura 14A). A clorofila é uma substância que dá coloração verde às plantas, absorve a energia luminosa durante a fotossíntese e transforma em energia química,

que será usada posteriormente na produção de carboidratos. O teor de pigmentos foliares está diretamente ligado à capacidade fotossintética da planta, portanto, a alteração no teor desses pigmentos pode sugerir que a planta está sob condições de estresse (SANTOS et al., 2011).

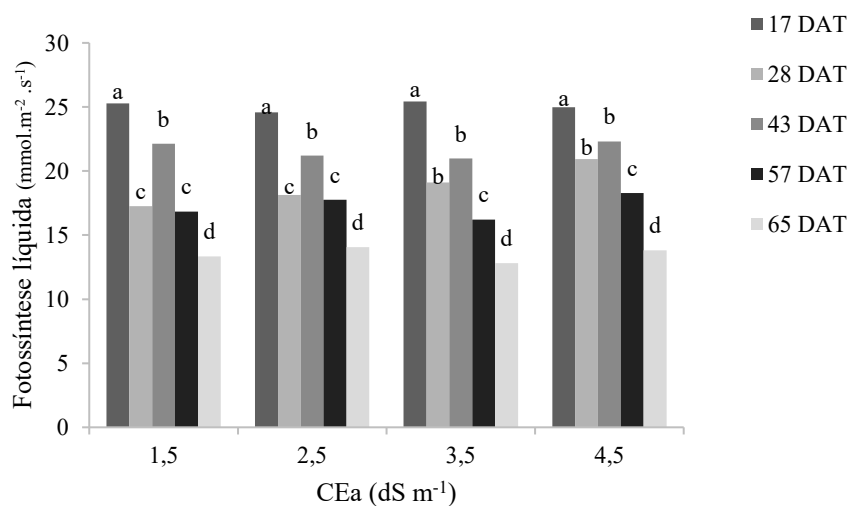


Figure 17 – Interação condutividade elétrica da água - CEa versus dias após a colheita - DAT na fotossíntese líquida de plantas de melão amarelo

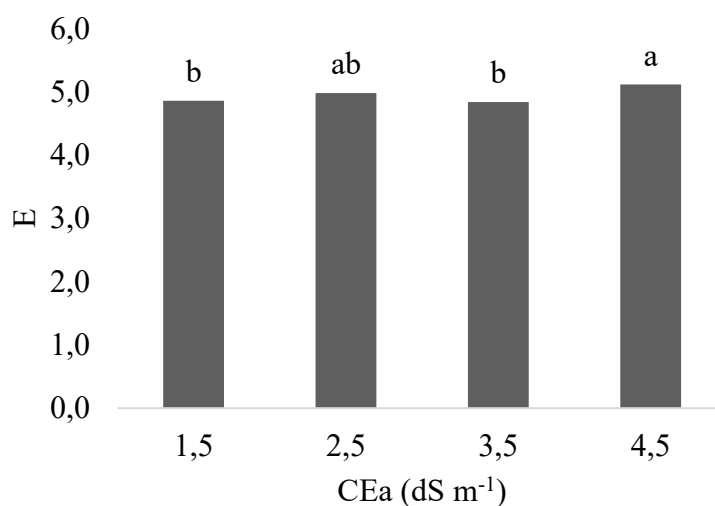


Figura 18 – Transpiração foliar de plantas de melão em condições de condutividades elétrica da água de irrigação (CEa – 1,5 dS m⁻¹; 2,5 dS m⁻¹; 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹).

A transpiração foliar apresentou-se bastante variável, atingindo maiores valores para o nível de maior estresse, CEa 4,5 dS m⁻¹ e em seguida para a CEa 2,5 dS m⁻¹ com médias de 5,1 mmol.m⁻² s⁻¹ e 5,0 mmol.m⁻²s⁻¹, respectivamente (Figura 17B).

As colheitas influenciaram as trocas gasosas em plantas de melão e evidenciaram diferenças (p<0,05) entre elas. As plantas atingiram maiores taxas fotossintéticas aos 17 dias após o transplantio, fase vegetativa e início da floração, estádios esses que demandam mais energia. Esse comportamento foi similar entre todas as variáveis (A, Ci, gs e E). Foi observado também que a partir dos 57 dias após o transplantio as plantas reduziram as suas taxas fotossintéticas. Essa redução foi crescente à medida que o estágio de desenvolvimentos das plantas avançava. Para Ci a redução foi de 21%, A de 46%, E de 42% e gs apresentou a maior redução com 79% aos 65 DAT. Evidenciando que a condutância estomática e a fotossíntese líquida foram as mais afetadas (Figura 18).

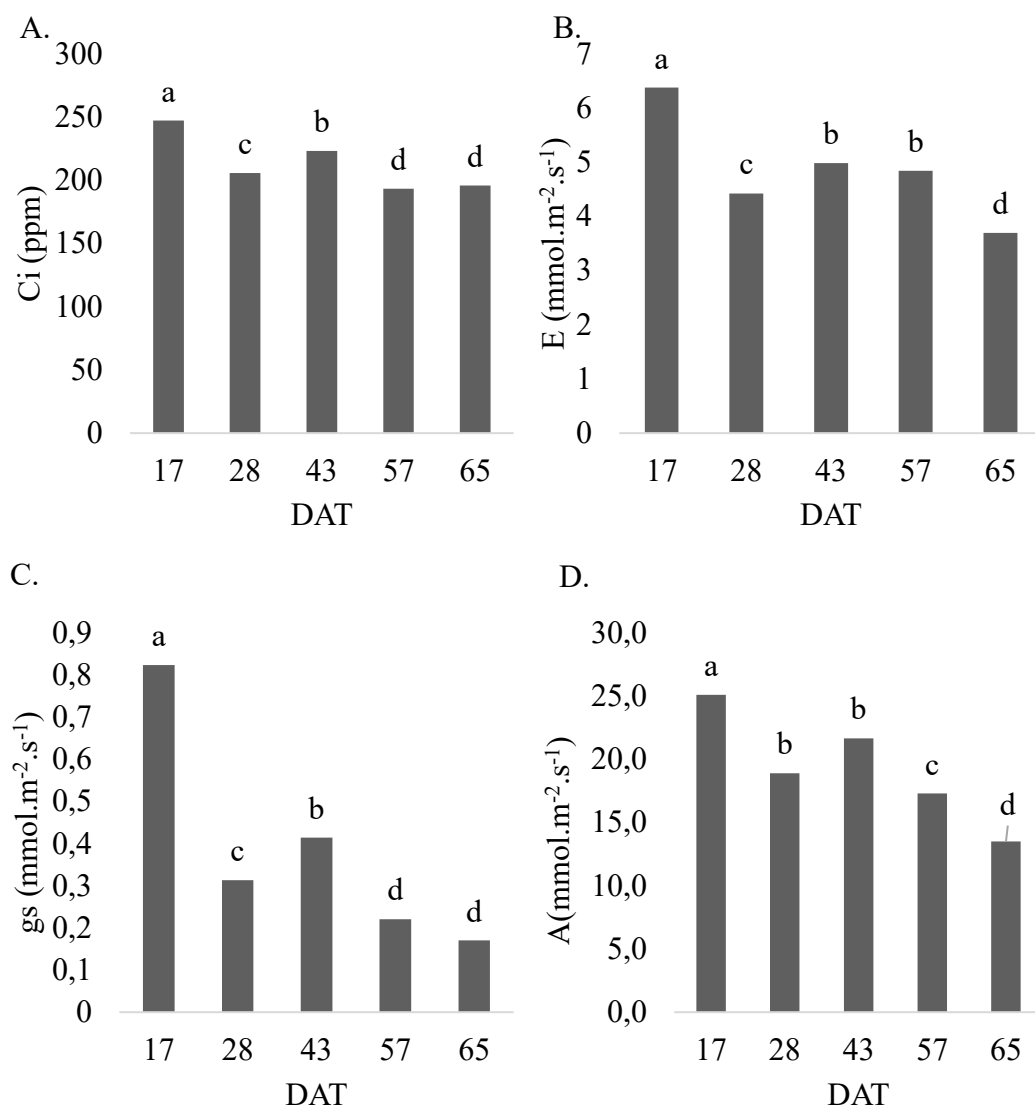


Figure 19 - A - Concentração interna de CO₂ (Ci), B - transpiração foliar (E), C - condutância estomática (gs) e D - fotossíntese líquida foliar (A) de plantas de melão amarelo goldex em função de níveis de salinidade da água de irrigação (CEa - 1,5 dS m⁻¹; 2,5 dS m⁻¹; 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹)

Considerando um efeito significativo ($p < 0,05$) na interação entre os níveis de salinidade da água de irrigação e as colheitas para a fotossíntese líquida (A) foram estimadas equações de regressão, que apresentam coeficientes de determinação múltiplos (R^2) iguais a 0,97 e 0,96, para 17DAT e 57DAT, respectivamente, permitindo a estimativa do impacto das condições de taxas fotossintéticas em folhas de melão amarelo Goldex cultivadas em casa de

vegetação. Os demais tratamentos não apresentaram significância ($p < 0,05$) para a análise de regressão. A análise gráfica pode ser observada na Figura 19.

A fotossíntese líquida (A) aos 17 dias após o transplântio (DAT) apresentou comportamento quadrático significativo ($p < 0,05$). Houve maior taxa nos tratamentos salinos com $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, com médias de $22,1$ e $22,3 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente. Aos 57 DAT o comportamento da fotossíntese aumentou linearmente com o aumento da salinidade da água. O incremento de A no nível de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ em relação ao tratamento controle foi de 21%.

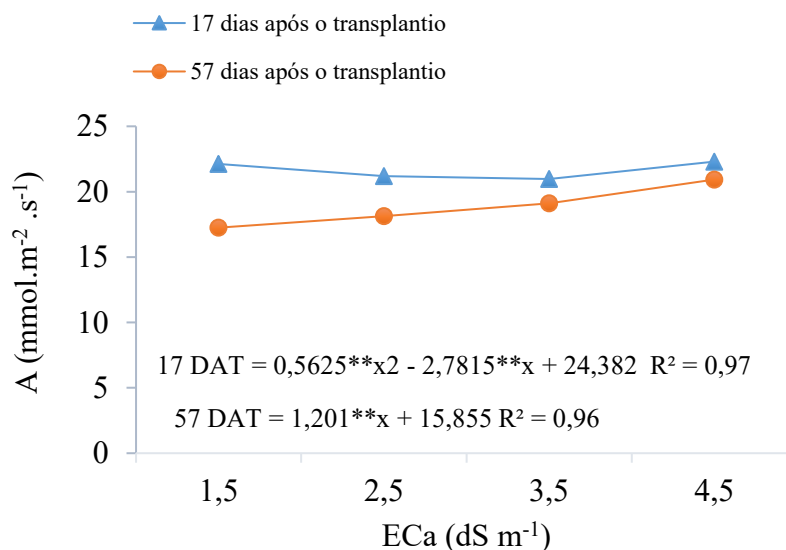


Figura 20 - Fotossíntese líquida foliar (A) de plantas de melão amarelo goldex em função de condutividades elétricas da água de irrigação (CEa - $1,5 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$) aos 17 e 57 dias após o transplântio (DAT).

Na análise de índice relativo de clorofila em folhas de melão a cada nível de condutividade da água, diferenças significativas foram observadas tanto para os níveis de salinidade, quanto para as épocas de colheita ($p < 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9 - Análise de variância do índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de melão em condições de estresse ($1,5 \text{ dS m}^{-1}$; $2,5 \text{ dS m}^{-1}$; $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$) e quatro colheitas (48; 54; 60 e 65 DAT).

Fontes de variação	Quadrados médios	
	GL	IRC
Bloco	3	12,83**
Sal (S)	3	20,00**
Colheita (C)	1	60,50**
Int.(S x C)	3	1,50ns
Resíduo	21	2,59
Total	31	218,00
CV (%)	-	3,08

Os maiores valores de índice de clorofila se deram no tratamento com maior condutividade elétrica da água (4,5 dS m⁻¹) com valores de 54,25 (Figura 20A). Em relação as épocas de colheitas o índice de clorofila foi maior aos 43DAT, estágio de desenvolvimento das plantas mais avançado (Figura 20B). Essa variação na cor das folhas foi possível de ser observada a olho nu entre os tratamentos e outra característica que foi possível de ver foi que essas folhas com maior intensidade da cor verde também apresentavam característica de folhas mais grossas.

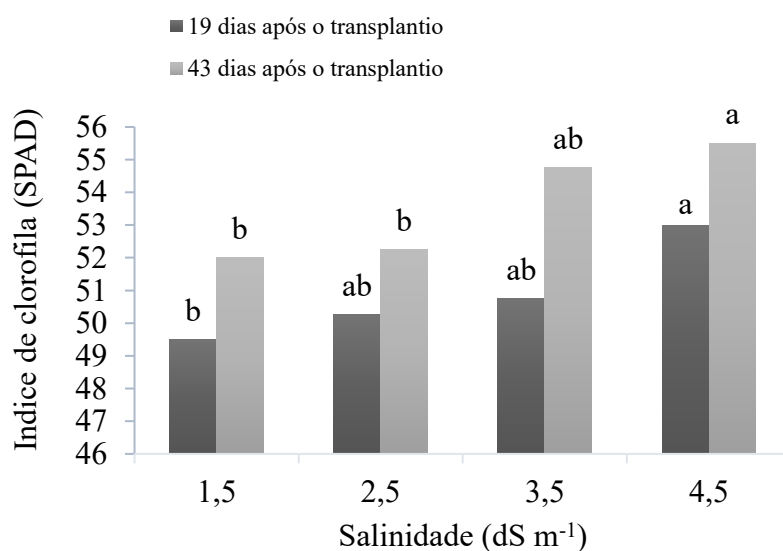


Figura 21 - Índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de melão em condições de estresse (1,5 dS m⁻¹; 2,5 dS m⁻¹; 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹) e estádios de desenvolvimento (aos 19 e 43 DAT).

As folhas de melão submetidas a 3,5 e 4,5 dSm⁻¹ não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si, mas diferiram dos tratamentos com condutividade elétrica de 1,5 e 2,5 dSm⁻¹ (Figura 20). Em plântulas de melão (*Cucumis melo* L.) submetidas a estresse salino foi constatada redução nos teores de clorofila para diferentes cultivares, a partir da salinidade de 2 dS m⁻¹ de acordo com ARAGÃO et al. (2009).

Qualidade dos frutos

A massa variável dos frutos, mensurada com os frutos ainda preso á planta, apresentaram efeito da salinidade ($p < 0,05$), evidenciando que as plantas em condições de não salinidade apresentaram frutos com maior massa, atingindo média de 882g, enquanto que em condições salinas houve redução de 34%, 27% e 23% para 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 21). Isso sugere que a redução da massa dos frutos sob salinidade possa ser devido uma menor incorporação de estruturas de carbono ou menor teor relativo de água, uma vez que parece não haver retardamento no desenvolvimento dos frutos, já que não houve interação entre os fatores.

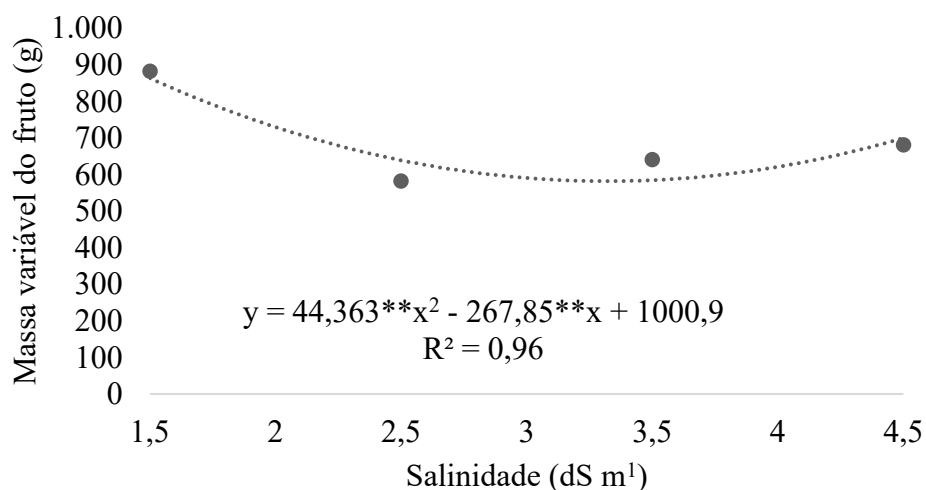


Figura 22- Massa variável do fruto de melão em condições de estresse salino (1,5 dS m⁻¹; 2,5 dS m⁻¹; 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹) avaliados aos 47, 49 e 51 DAT.

Quando se analisou a qualidade dos frutos pós colheita, verificou-se significância (p<0,05) para a salinidade da água de irrigação, exceto os sólidos solúveis totais (°Brix), enquanto para a colheita os diâmetros longitudinal e transversal não foram afetados. Houve ainda interação entre os fatores para massa de frutos, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal (Tabela 10).

Tabela 10 - Resumo da análise para parâmetros de pós colheita: massa de frutos (MF), diâmetro longitudinal (DL), Diâmetro transversal (DT), teor de sólidos solúveis totais (°BRIX) e espessura da polpa (EP) de frutos de melão em condições de estresse salino (1,5 dS m⁻¹ ; 2,5 dS m⁻¹; 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹) e quatro estágios de maturação de frutos (48; 54; 60 e 65 DAT).

FV	GL	Quadrados médios				
		MF	DL	DT	°BRIX	EP
Bloco	3	259586,84**	11,55**	6,00**	0,16ns	0,59**
Sal (S)	3	259586,84**	11,55**	6,00**	0,16ns	0,59**
Colheita (C)	3	42129,55**	0,68ns	0,55ns	62,17**	1,50**
Int.(S x C)	9	20510,11*	0,77*	0,60*	1,52ns	0,11ns
Resíduo	45	7561,84	0,31	0,26	1,68	0,13
Total	63	2208783,98	92,73	54,97	276,97	14,97
CV (%)	-	11,17	4,58	4,64	12,10	12,19

FV – Fontes de variação; GL – graus de liberdade; CV – Coeficiente de variação; * – Significativo a 0,05; ** Significativo a 0,01; ns – Não significativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem em nível de significância de 0,05 pelo teste de Tukey

Em todas as colheitas realizadas (48, 54, 60 e 65 DAT) os melhores valores de massa de fruto se deram no tratamento controle. A redução na massa de frutos no tratamento de maior salinidade (4,5 dS m⁻¹) foi cerca de 26% (Figura 20A e 20B). Silva e et al. (2005) observaram em seus estudos uma redução de 15 e 36% na produção comercial de dois híbridos, Gold Mine (Canary) e Trusty (Cantaloupe), a redução ocorreu nos níveis de CEa de 2,5 e 4,4 dS m⁻¹, respectivamente, em comparação com o tratamento controle (CEa 1,2 dS m⁻¹).

Para o diâmetro longitudinal (DL) não houve diferença estatística (p<0,05) entre as médias a colheita, evidenciando uniformidade na forma dos frutos ao longo das colheitas

(Figura 20C). Já em relação a salinidade, DL apresentou maior média (12cm) para o tratamento controle (0,5 dS m⁻¹) e menor DL para o nível de maior salinidade (4,5 dS m⁻¹) (Figura 20D). Esse resultado evidencia que o estresse salino provocou diminuição do fruto em condições de estresse salino.

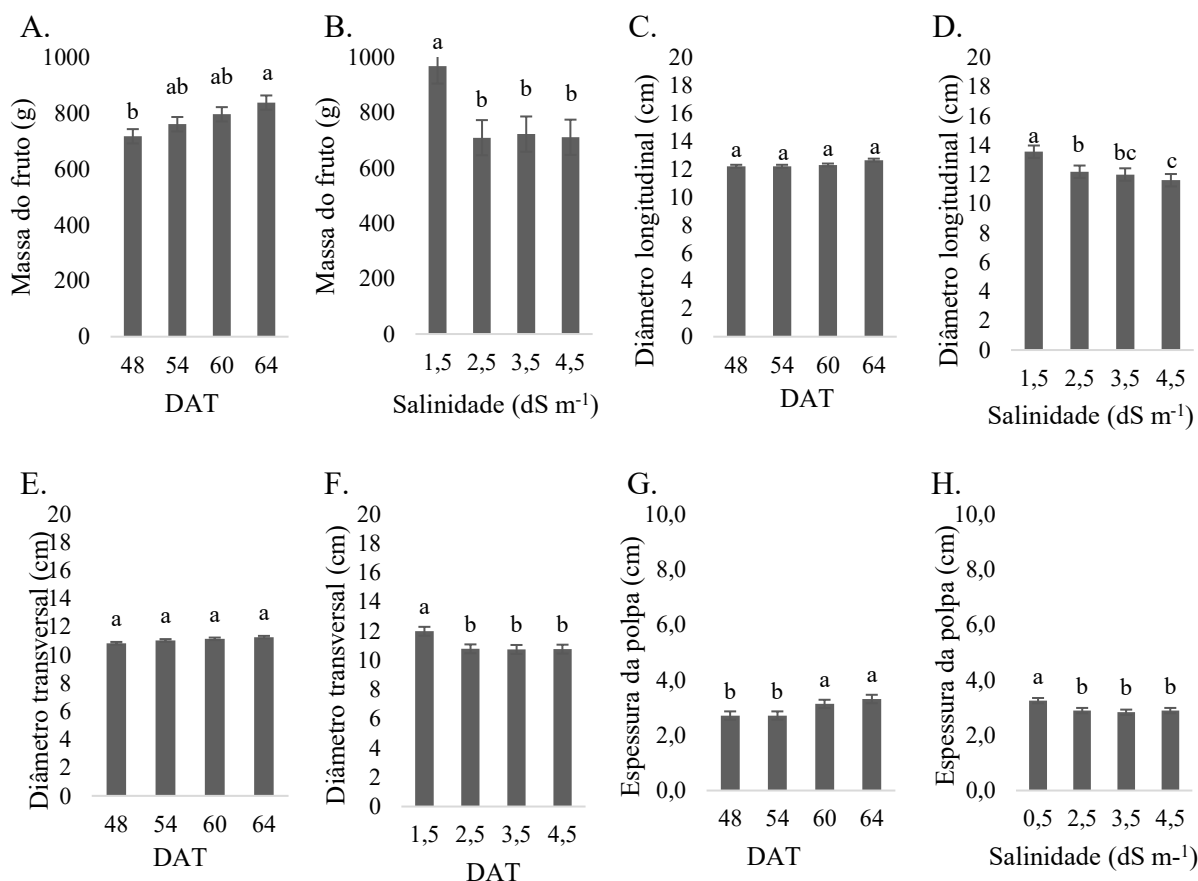


Figura 23 - Massa de frutos - A, B, diâmetro longitudinal -C, D; diâmetro transversal - E, F, e espessura da polpa - G, H de melão durante quatro estádios de desenvolvimento do fruto (48; 54; 60 e 65 DAT) níveis de salinidade (1,5 dS m⁻¹; 2,5 dS m⁻¹; 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹)

Para o diâmetro transversal (DT) não houve diferença ($p < 0,05$) entre as colheitas avaliadas, no entanto, sofreu influência dos níveis de salinidade, evidenciando que os frutos quando cultivados em condições de estresse a largura dos frutos foi menor, para tanto não houve

distinção entre os níveis de salinidade, o que é positivo já que com o aumento da CEa não houve redução do DT (Figura 22F).

A espessura da polpa (EP) apresentou influência significativa para ambos os tratamentos avaliados, mas não apresentou interação entre eles. Aos 60 e 64 DAT encontramos os maiores valores de EP, chegando a médias de 3,1 e 3,3cm, respectivamente. Comparando a espessura da polpa aos 64 DAT e aos 48 DAT obtivemos um aumento de 22% (Figura 22G).

Para a espessura da polpa em condições de salinidade da água de irrigação foi observado que a partir de 2,5 dS m⁻¹ houve redução da espessura a polpa com 11% de redução em relação ao tratamento controle. Essa redução não foi crescente com o aumento da condutividade elétrica (Cea), já que a média dos níveis de salinidade foi de 11,69% de redução. Os resultados corroboram com os encontrados por Dantas et al., (2018) que registraram haver redução de 5,3% da espessura da polpa do fruto de melão a partir de 2,4 dS m⁻¹ em relação ao controle.

A característica da espessura da polpa do fruto de melão permite estimar e obter o rendimento demonstrando maior aproveitamento da parte comestível. Diante disto pode-se afirmar que, os frutos advindos de cultivo sob condições de níveis de salinidade de 2,5 e 4,5dS m⁻¹ nessa pesquisa não apresentaram diferença entre si. Nesse sentido, a espessura da polpa acompanha o crescimento do fruto em termos de diâmetro longitudinal e transversal, evidenciando uma resposta proporcional ao crescimento e desenvolvimento dos frutos.

Para a relação de formato, não houve alteração relevante dos frutos em função da salinidade (Figura 24). Os frutos se encaixam no formato esférico, com valores variando de 0,9 ≤ RF ≤ 1,0. Somente aos 48 DAT na condutividade elétrica de 0,5 que os frutos se enquadravam na classificação de oblongo (1,1 < RF ≤ 1,7), isso pode ser justificado pelo próprio

desenvolvimento do fruto, que no início é mais oblongo, mas ao longo do processo de desenvolvimento foi ficando mais esférico.

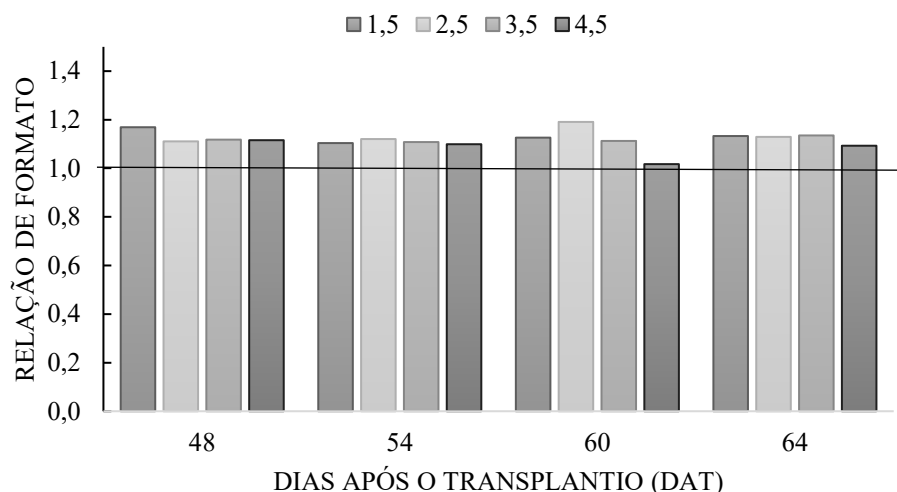


Figura 24 – Relação de formato de frutos de melão durante quatro estádios de desenvolvimento (48; 54; 60 e 65 DAT) níveis de salinidade (1,5 dS m⁻¹; 2,5 dS m⁻¹; 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹).

O teor de sólidos solúveis totais não apresentou diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos salinos. Resultados esses que diferem dos resultados encontrados por Pereira et al. (2017), que constataram incremento para a variável a medida que aumentou-se a concentração de sais ($SST = 0,153 EC_w + 8,86$, $R^2 = 0,52$). Os autores justificaram o incremento pela redução do peso dos frutos, consequência dos efeitos deletérios provocados pelos sais, que como consequência aumentam a concentração de fotoassimilados. Ayres & Westcot (1985) relatam que esse aumento de fotoassimilados pode também estar associado à redução do teor de água do fruto, ocasionado pela dificuldade de absorção de água pelas plantas em ambiente, o que não foi percebido a presente pesquisa. Os autores Porto Filho et al. (2009) observaram que os teores de sólidos solúveis totais nos frutos de melão amarelo não foram influenciados pelos níveis crescentes de salinidade da água de irrigação, resultado esse que corrobora com os encontrados na presente pesquisa.

Ao longo das colheitas foi observado aumento significativo para os sólidos solúveis totais ($p < 0,05$). Esse resultado já era esperado, pois é sabido que o fruto continua amadurecendo e conseqüentemente aumentando o seu teor de açúcar. Aos 64 DAT os frutos atingiram 13 °Brix, enquanto que aos 48 DAT os frutos apresentavam apenas 8 °Brix, um aumento superior a 30% quando se compara 45DAT e 64DAT. Aos 54 e 60 DAT não houve diferença significativa ($p < 0,05$) no aumento do teor de sólidos solúveis totais, esse aumento só se mostrou relevante aos 64 DAT, o que sugere que na última semana do ciclo os frutos tiveram um aumento no teor de sacarose, aumentando assim a doçura dos mesmos (Figura 22).

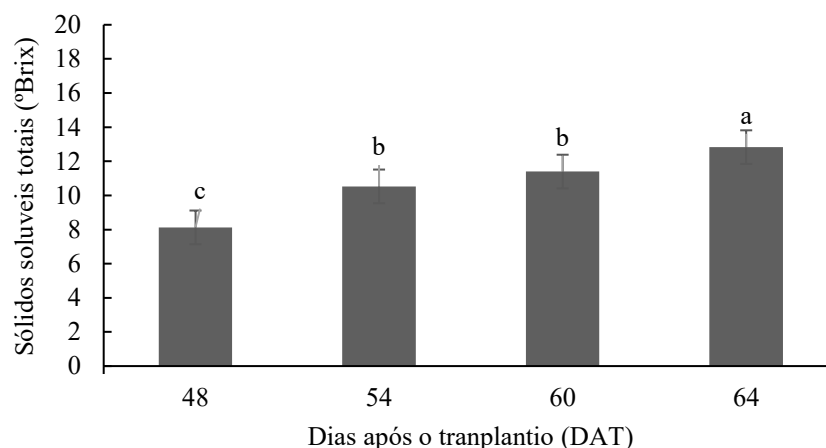


Figura 25 –Sólidos solúveis totais de frutos de melão em condições de salinidade durante quatro estádios de desenvolvimento dos frutos (48; 54; 60 e 65 DAT).

O teor de açúcares desempenha papel fundamental na qualidade das frutas, pois estão ligados diretamente com o sabor e, para tanto, o consumo e aceitação (Duran-Soria, et al., 2020). Estudos realizados confirmam que o metabolismo do açúcar (em especial da sacarose) é um processo determinante no desenvolvimento dos frutos, favorecendo tanto a própria acumulação de açúcares como impulsionando o amadurecimento (Ruan et al., 2012; Tognetti et al., 2013).

Colorimetria de casca e polpa

A aparência externa do fruto é um dos fatores que mais atraem consumidores e a cor do fruto de melão amarelo é fator crucial para determinação do estágio de maturação apto para início da colheita. Essa característica também influencia na aceitabilidade do produto pelo consumidor. Quando comparou-se os resultados de colorimetria de casca e polpa dos frutos de melão amarelo Goldex avaliados observou-se alterações de cor. Para a tonalidade da cor ou coloração propriamente dita da casca dos frutos de melão, medida pelo ângulo $^{\circ}$ Hue, o qual apresenta uma variação de 0° a 360° graus, sendo que o 0° corresponde à cor vermelha, 90° corresponde ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul, os frutos de melão Goldex apresentaram valores variado de $89,9$ á $108,4^{\circ}$, indicando que os melões analisados ficaram na faixa do amarelo esverdeado ao amarelo e se mantiveram constantes ao longo do amadurecimento dos frutos (colheitas) (Tabela 11).

Tabela 11 – Valores médios de ângulo de cor (Hue $^{\circ}$), cromaticidade de luminosidade da polpa de frutos de melão amarelo em função de níveis de salinidade (1,5; 2,5; 3,5; e 4,5 dS m $^{-1}$) e quatro colheitas de frutos (48,54,60 e 64 DAT).

DAT	CASCA				POLPA			
	$^{\circ}$ Hue							
	1,5 dSm $^{-1}$	2,5 dSm $^{-1}$	3,5 dSm $^{-1}$	4,5 dSm $^{-1}$	1,5 dSm $^{-1}$	2,5 dSm $^{-1}$	3,5 dSm $^{-1}$	4,5 dSm $^{-1}$
48	104,9	108,4	106,1	106,2	99,9	97,2	96,7	94,4
54	101,0	100,8	101,8	99,8	104,0	101,9	101,0	101,2
60	95,0	94,5	93,4	93,2	96,3	94,5	93,5	94,1
64	89,9	90,3	91,3	92,2	90,7	91,8	90,0	90,7
	Cromaticidade							
48	47,0	40,0	42,4	42,1	23,5	24,5	24,6	23,3
54	80,8	80,6	81,4	79,9	23,4	24,5	24,2	23,5
60	57,4	58,2	60,3	59,9	19,8	22,9	22,4	25,5
64	65,5	65,5	64,0	63,2	24,5	21,3	23,5	24,5

	Luminosidade							
48	75,9	76,7	78,2	77,8	77,4	72,4	74,6	67,0
54	78,5	80,1	78,4	79,4	76,3	75,5	75,2	76,2
60	79,6	80,8	78,5	79,1	75,5	70,7	73,5	73,0
64	78,6	79,1	79,4	80,5	67,9	70,7	68,8	69,8

Os frutos de melão amarelo Goldex apresentaram valores médios de luminosidade superiores a 75 para a casca e acima de 67 para a polpa, como a escala de L* varia de 0 a 100, na qual o valor 100 indica o branco e o valor 0 indica a ausência de luminosidade ou negro, pode-se dizer que estes frutos e a polpa apresentaram-se mais para brilhantes, que opacos O mínimo valor médio obtido para casca entre os níveis de salinidade foi de 75,9 no nível de 0,5 dSm⁻¹ e 67,9 em 0,5 dSm⁻¹ para a polpa. E valores máximos encontrados entre os níveis de salinidade foi 80,8 para a casca no nível salino de 2,5 dSm⁻¹ colhidos aos 64 DAT e 77,4 para a polpa no nível de 0,5 dSm⁻¹ aos 48 DAT (Tabela 11).

Os resultados encontrados na presente pesquisa corroboram com os encontrados por (BARRETO, 2011) para as cultivares de melão amarela, onde obtiveram valores em uma faixa angular entre 100 a 125° *hue* indicando que os frutos apresentaram coloração entre o amarelo e o verde.

Miguel, (2008) objetivando avaliar o efeito do uso de película comestível na conservação do melão Amarelo minimamente processado, observou na testemunha valor médio de 66,98. Barreto (2011) observou para a cultivar ‘veredinha’ valor mínimo de 65,31 e máximo de 68,17 para a cultivar ‘Iracema’. Valores abaixo dos encontrados na presente pesquisa.

A cromaticidade (C) mede a intensidade da cor predominante, desta forma, o (C) assume valores próximos a 0 para cores neutras (cinza) e ao redor de 60 para cores vívidas (MCGUIRE, 1992). Os frutos de melão amarelo Goldex apresentou maior intensidade de cor quando cultivados com água salina, com média geral de 23,7 para polpa frutos em condições

de salinidade e 22,8 para o tratamento controle, evidenciando coloração menos intensa para a polpa. Para a colorimetria da casca, a cromaticidade apresentou média de 62,7 para frutos de plantas sob condições de salinidade e 61,5 para frutos pertencentes ao tratamento controle, evidenciando cores bem vívidas dos frutos. Esta característica é importante para o mercado de frutas frescas, formando, juntamente com o aroma, a textura e o sabor, importante fator de aceitação do produto comercial pelo consumidor (BARRETO, 2011).

CONCLUSÕES

O crescimento de plantas de melão é afetado pela salinidade a partir de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ e tem a área foliar como variável mais afetada;

As plantas investiram no crescimento vegetativo até por volta dos 60 dias após o transplântio, sendo a partir daí os frutos os maiores drenos;

A salinidade de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ favoreceu o aumento das trocas gasosas das plantas de melão, sugerindo que as plantas em condições de estresse tendem a compensar a menor área foliar;

O incremento da salinidade favoreceu o aumento do índice de clorofila, deixando as folhas com tonalidade de verde mais escuro;

Os frutos de melão têm sua massa reduzida com o incremento da salinidade, mantendo, no entanto, a concentração de sólidos solúveis adequada para o mercado consumidor.

5 CAPITULO 4 - SALINITY DOES NOT AFFECT THE CHEMICAL COMPOSITION OF YELLOW MELON FRUITS AS ¹H NMR-BASED METABOLOMICS

ABSTRACT

Understanding the effects of salt stress on melon (*Cucumis melo* L.) fruits is crucial question for the development of plant management strategies that yield good quality fruits using less water. In this sense, we aimed to investigate the growth and metabolomic profile of yellow melon fruits grown under three different levels of salinity (0.5, 2.5 and 4.5 dS m⁻¹) provided by irrigation water during four maturation stages. The salinity reduced the fruit weight; however, since there was no significant change on soluble solids content, the fruit sweetness was not affected. Furthermore, seventeen metabolites were identified through ¹H NMR analysis, among them sugars, short-chain alcohols acids, besides amino acids. Although the metabolic pathway analysis has showed that the carbohydrates and amino acids routes were changed by salinity, the main metabolite composition was not altered. Thus, we demonstrated that yellow melon fruits can be irrigated with saline water (until 4.5 dS m⁻¹) without harm to the minimal quality parameters required for their commercialization.

KEY WORDS: melon fruits, saline stress, abiotic stress, metabolomics, NMR

INTRODUCTION

The yellow melon (*Cucumis melo* L.) is a widely cultivated fruit and appreciated for its sweet and juicy pulp. In 2021, melon was the second most exported fruit in Brazil, with approximately 257 thousand tons, generating revenue of US\$ 165 million (ABAFRUTAS, 2023).

At the harvesting time, the melon maturation stage is of great commercial importance since it is correlated to the carbohydrate content. In addition to imparting sweetness to fruits and vegetables, sugars are key components in determining fruit quality. The sugar composition depends on the taste, color, aroma and texture of the fruit, and these factors may influence the consumer choice (Zhu et al., 2022; Zhu et al., 2021). However, plant sugar signaling is a complex task due to the intricate source-sink interactions and the intimate integration of a signaling network driven by plant hormones, nutrients, and environmental conditions (NOOKARAJU et al. 2010). Sugars play a variety of roles in plants such as energy source, osmotic regulators, structural components, besides intermediates for the synthesis of other organic molecules. Furthermore, they can also act as signaling molecules and interpose various aspects of growth and development through their interaction with mineral and hormonal networks (Matsoukas, 2014).

The cultivation of yellow melon is performed predominantly in open field areas of tropical regions, therefore its growth is subjected to adverse conditions, such as saline stress, that can cause physiological damages, reducing the fruit quality. Irrigation water salinity occurs when the concentration of salts present in the soil exceeds the tolerance levels for plants, causing metabolic alterations and osmotic imbalances that affect the plant growth and development (Terceiro Neto et al., 2013). In order to understand the effects of salt stress impact on the metaboloma of yellow melon fruits under these conditions throughout the fruit maturation, we employed a metabolomics approach using nuclear magnetic resonance (NMR) along with multivariate data analysis.

Metabolomics is a powerful tool that enables a comprehensive analysis of metaboloma from a biologic sample (Clish, 2015). It is widely used to monitor changes in a plant metabolism in response to climate change as well as different abiotic stresses such as high salinity conditions (Sara et al., 2022); Braga et al., 2022). Due to this reason, NMR has been used to understand metabolomic changes in crops submitted to several agronomical conditions. (Gavaghan et al, 2010; Filho, et al 2018; Mishra; Gogna e Dorai, 2019). Insights on the salinity

impact on melon plant specially fruit development and composition are essential for determination of management strategies that increase the efficiency of irrigation water as well as tolerance to adverse conditions. In addition, this information is important to define the fruit harvesting time, taking into account the best conditions for sugar content and consequently, quality for consumers. Therefore, we aimed to investigate the impact of maturation stages and salinity-induced effects on growth and metabolome of yellow melon fruit using NMR and multivariate data analysis.

MATERIALS AND METHODS

Agronomic experimentation

The melon plants (*Cucumis melo* L.) were cultivated in a protected environment area at Embrapa Agroindústria Tropical (3°44'S, 38°33'W and average altitude of 19.5 m, Fortaleza, Ceará, Brazil) between September and December 2022. The experiment was composed of 96 plants and carried out vertically through staking with a 2.5 m high tape. The cultivation of the plants until harvest occurred in 12 L pots, containing coconut fiber substrate and irrigated by a drip irrigation system. The melon genotype used was Goldex, which is a hybrid of yellow melon, inodorus group with non-climacteric fruit).

The design was in randomized blocks (DBC) with three levels of water salinity (S1 - 0.5 dS m⁻¹ - tap water, control treatment; S2 - 2.5 dS m⁻¹; and S3 - 4.5 dS m⁻¹), four stages of fruit maturation (48; 54; 60 and 65 days after transplanting - DAT) and 3 repetitions for each treatment, containing one fruit for each repetition.

Pollination was done manually, always in the early hours of the morning and remaining until 11 am. Each female flower received pollen from three male flowers. It was decided to leave only two fruits per plant in order to reduce the occurrence of drains.

Fertirrigation was carried out as recommended by Crisóstomo (2002). The preparation of the nutrient solution used was based on the Hoagland & Arnon solution (1950). The solutions of each product were prepared separately and mixed only in the water tank. Two concentrations of solution were applied (EC 1.0 dS m⁻¹ during 10 to 25 days after transplanting and EC 1.5 dS m⁻¹ during flowering and at the end of the cycle). The application of the nutrient solution started right after transplanting the seedlings. Every seven days a leaching layer was applied to prevent the accumulation of nutrients in the substrate.

Sample preparation

The fruits were harvested at 48, 54, 60 and 65 days after the transplanting. The fruit was removed from the plant on the respective harvest dates - DAT, taken to the Laboratory of Plant Physiology, at Embrapa Agroindústria Tropical to carry out the biometric analysis (fruit mass in gram and total soluble solids as °BRIX). Afterwards, the fruits were cut in half, the seeds were removed and the pulp was processed using a fruit processor. The juice obtained was stored in vials and kept in ultrafreezer at -80 °C until the analyses.

Chemical Analysis

NMR spectroscopy

The NMR experiments were performed on Agilent 600 MHz spectrometer equipped with a 5 mm (H-F/¹⁵N-³¹P) inverse detection One Probe™ with actively shielded z-gradient. The samples were prepared by centrifuging 1 mL of the pulp for 3 min at 605 g to remove solid particles. An aliquot of 165 µL was directly mixed with 400 µL D₂O (99.9 %) and 35 µL D₂O containing 14 mM of EDTA and 1 % of sodium-3-trimethylsilyl propionate (TMSP-*d*₄), and inserted into 5 mm NMR tubes. The ¹H NMR spectra were acquired in triplicate using the PRESAT pulse sequence for water suppression (4.77 ppm), calibrated hard pulse to 90° (7.9 µs pulse length at 58 dB), 32 scans, 48 k of time domain points with a spectral window of 16.0 ppm, acquisition time of 5.0 s, relaxation delay of 20.0 s and 30 of receiver gain. The temperature was controlled to 298 K and the TMSP-*d*₄ was used as an internal standard (0.0 ppm). Free induction decays were multiplied by an exponential function equivalent to 0.3 Hz line-broadening before applying Fourier transform for 16k points. Phase correction was automatically performed.

The identification of the constituents was performed through 2D-NMR evaluation using the correlation spectroscopy (COSY), heteronuclear single quantum coherence (HSQC), heteronuclear multiple bond correlation (HMBC), assessments using an open access database (www.hmdb.ca), and literature reports. The molecular structures, ¹H and ¹³C chemical shifts,

multiplicity, correlations and constant coupling are available in the Table 1.

2 Chemometric and quantitative analysis of the NMR data

The ^1H NMR spectra were converted to American Standard Code for Information Interchange (ASCII) files to create the numerical matrices using the spectral region from 0.80 to 10.0 ppm for both type of samples, excluding the regions from water (from 4.70 to 5.16 ppm). The matrices were individually imported to PLS Toolbox™ software (version 8.6.2, Eigenvector Research Incorporated, Manson, WA USA) for chemometric analysis. For spectral pre-treatments, algorithms for baseline correction, normalization and signals alignment using COW (Correlation Optimized Warping) with segment of 20 data points and a slack of 10 data points were applied previously the matrices decomposition. After the pre-treatments, the samples data were mean-centered and the Singular Value Decomposition (SVD) algorithm was applied to decompose the matrices for PCA (Principal Component Analysis) modeling. The relevant information from the chemical datasets were obtained at the first two principal components (PC) for all methods, with confidence level of 95%.

Metabolomic pathway analysis

In order to evaluate the metabolic flux associated to different salinity-induced effects, the pair wise comparison was performed by classification model using orthogonal partial least squares discriminant analysis (OPLS-DA) algorithm in the PLS Toolbox™ software. The loadings and coefficient plots were analyzed and the variables important for projection (VIP), and the value higher than 1 were quantified and used as input data for metabolic pathway analysis using the MetaboAnalyst™ software (<http://www.metaboanalyst.ca>). The T-test with false discovery rate (FDR) correction was performed to determine the significant changes between the groups. MetaboAnalyst™ and Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG™) database were used to analyze and visualize the most affected pathways. It was performed normalization by the sum and autoscaling, and the model library for the plant *Oryza sativa japonica* (Japanese rice) was used.

RESULTS

Salinity induce effects on fruit growth and total soluble solids content

The increase in fruit mass was proportional to the harvesting date, reaching a mass of 838g at 64 DAT (Figure 25). The smaller weight of the fruit compared to commercially optimal “goldex” melon fruit (1.4 kg) (EMBRAPA, 2010) was due to the conduction of the experiment, which was performed at a protected environment area, instead of a commercial orchard.

Irrigation water salinity at 2.5 and 4.5 dS m⁻¹ had a negative effect ($p < 0.05$) on fruit mass with a reduction of 25.4 and 26.6% respectively, compared to the control (Figure 25). The reduction of fruit mass (25.4 to 26.6%) was not proportional to the increase of salinity (2.5 to 4.5 dS m⁻¹), indicating the possibility of use of brackish water, since there was no significant difference of mass loss between salinity levels 2.5 and 4.5 dS m⁻¹.

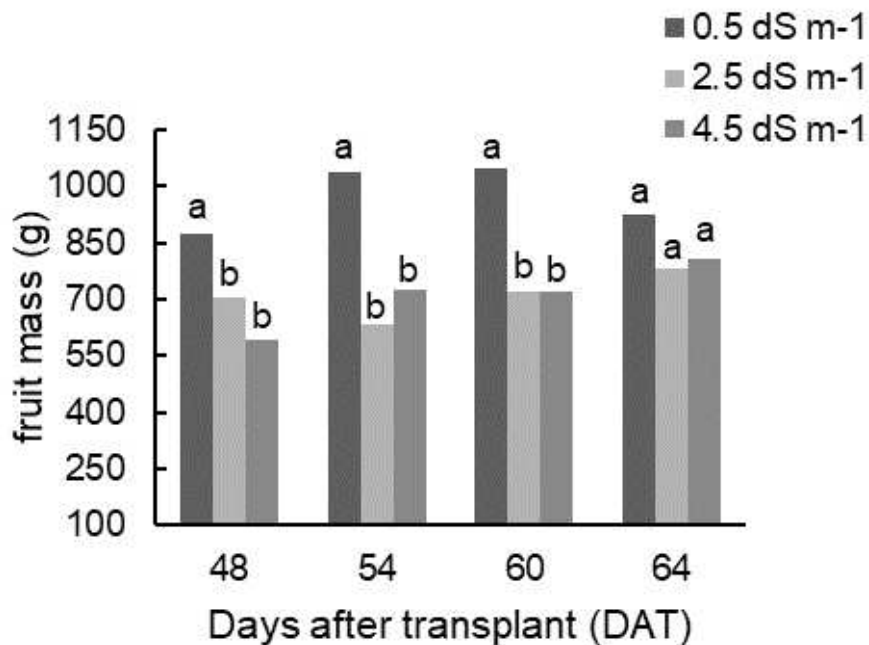


Figure 26 – Yellow melon fruit mass under water salinity conditions (0.5, 2.5 and 4.5 dS m⁻¹ along harvests/fruit maturation stages (48, 54, 60 and 64 DAT).

The soluble solids content increased over time – DAT (Figure 26). The increase from 48 DAT to 65 DAT was 58%, with values ranging from 8 to 13 °BRIX. On the other hand, salinity had no significant effect on total soluble solids of melon fruits in non-saline condition (0.5 dS m⁻¹ – tap water) and in the most severe salt level (4.5 dS m⁻¹) (Figure 26).

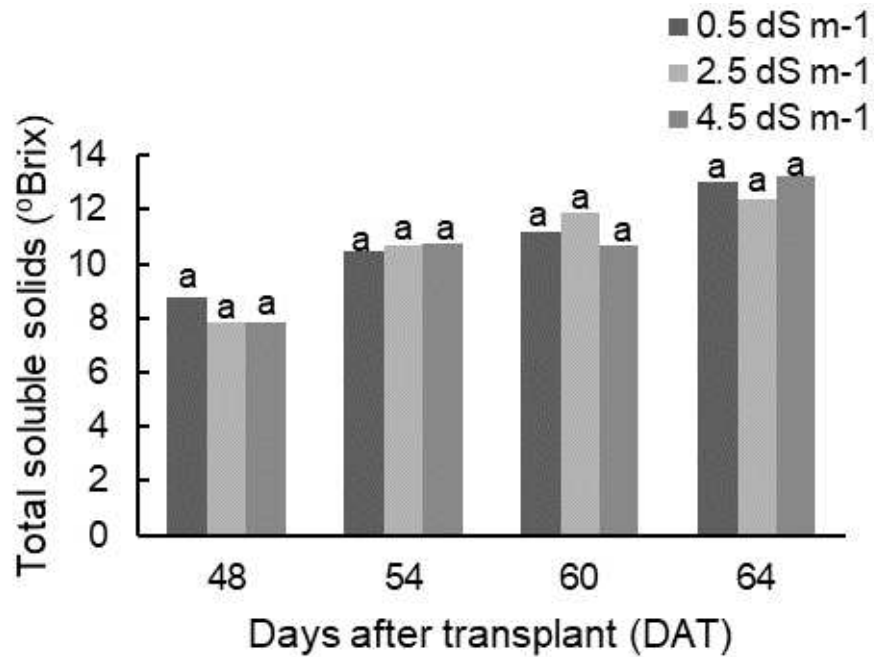


Figure 27 – Soluble solids of melon fruits under salinity conditions (0.5, 2.5 and 4.5 dS m⁻¹) along harvests/fruit maturation stages (48, 54, 60 and 64 DAT).

NMR characterization

The identification of the main organic compounds in yellow melon pulps was performed through ¹H NMR analysis. Figure 27 presents a ¹H NMR spectrum from the control pulp.

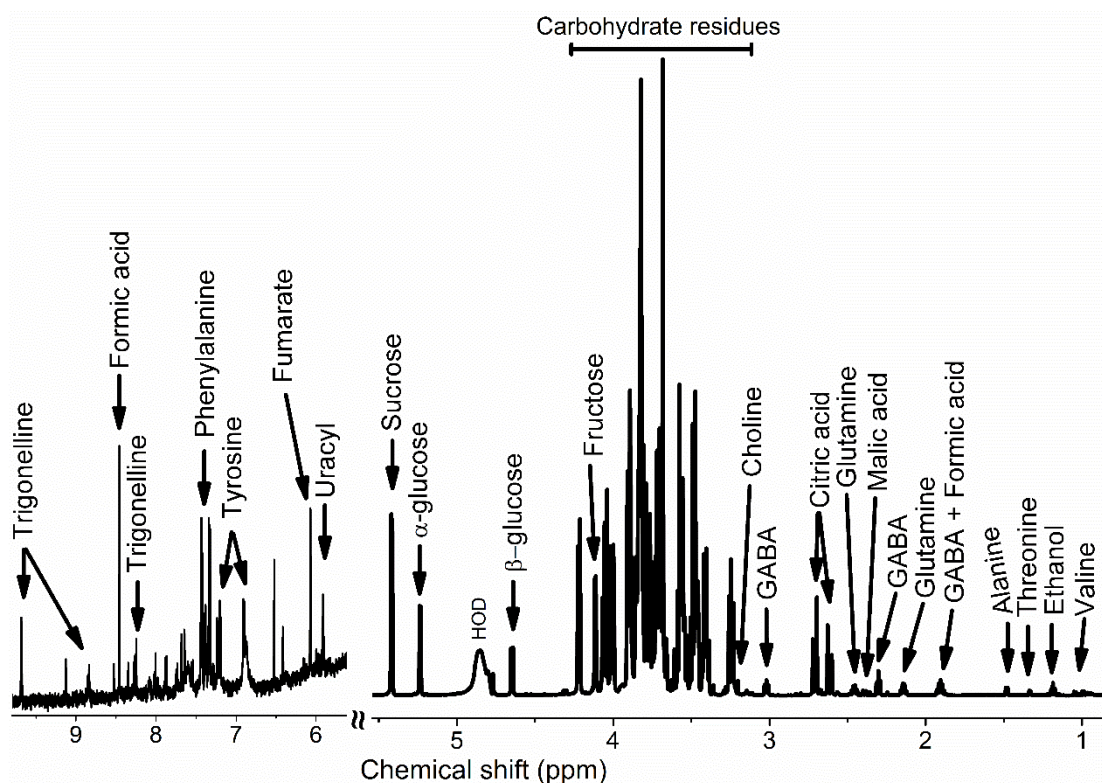


Figure 28 – ^1H NMR spectrum from the yellow melon pulp with the characterized compounds.

A total of 18 metabolites were identified, of which 9 were amino acids, 2 were organic acids, 4 were carbohydrates and 3 belonged to other classes (Table 1 – supporting information). The metabolites identified were valine (characteristic chemical shift of ^1H at δ 0.90), ethanol (δ 1.037), threonine (δ 1.19), alanine (δ 1.34), glutamine (δ 1.98), citric acid (δ 2.46), GABA (δ 2.86), choline (δ 3.06), fructose (δ 3.96), α - and β -glucose (δ 5.08 and δ 4.49, respectively), sucrose (δ 5.24), uracyl fumarate (δ 5.76) (δ 5.93), tyrosine (δ 7.05), phenylalanine (δ 7.18), formic acid (δ 8.31) and trigonelline (δ 9.53) were quantified by the external reference method as previously reported.

The Table 1 describes the structures, ^1H and ^{13}C chemical shifts (δ), multiplicity, correlations and constant coupling (J in HZ) of the correspondent compounds identified. The ^1H NMR spectra showed high intensity signals in the region of 3.2 – 5.5 ppm (Fig. 27) attributed to sugars, especially α -glucose, β -glucose and sucrose. In addition, in the region from 0.8 – 3.10 ppm is observed signals from amino and organic acids including GABA, glutamine and citric acid. Also, several signals were observed at the aromatic region (from 5.8 to 9.7 ppm).

NMR-based metabolomics

Due to the high number of identified compounds within the samples, as well as the inherent chemical similarity among the samples, an unsupervised multivariate statistical analysis by PCA was developed to investigate the composition variability according to the salinity level of the irrigation water. Initially, to reach an overall metabolic comprehension of the pulp composition during the plant development, the PCA evaluation was performed to melon fruits irrigated with tap water at an electrical conductivity of 0.5 dS m^{-1} (Figure 28, lower level of conductivity).

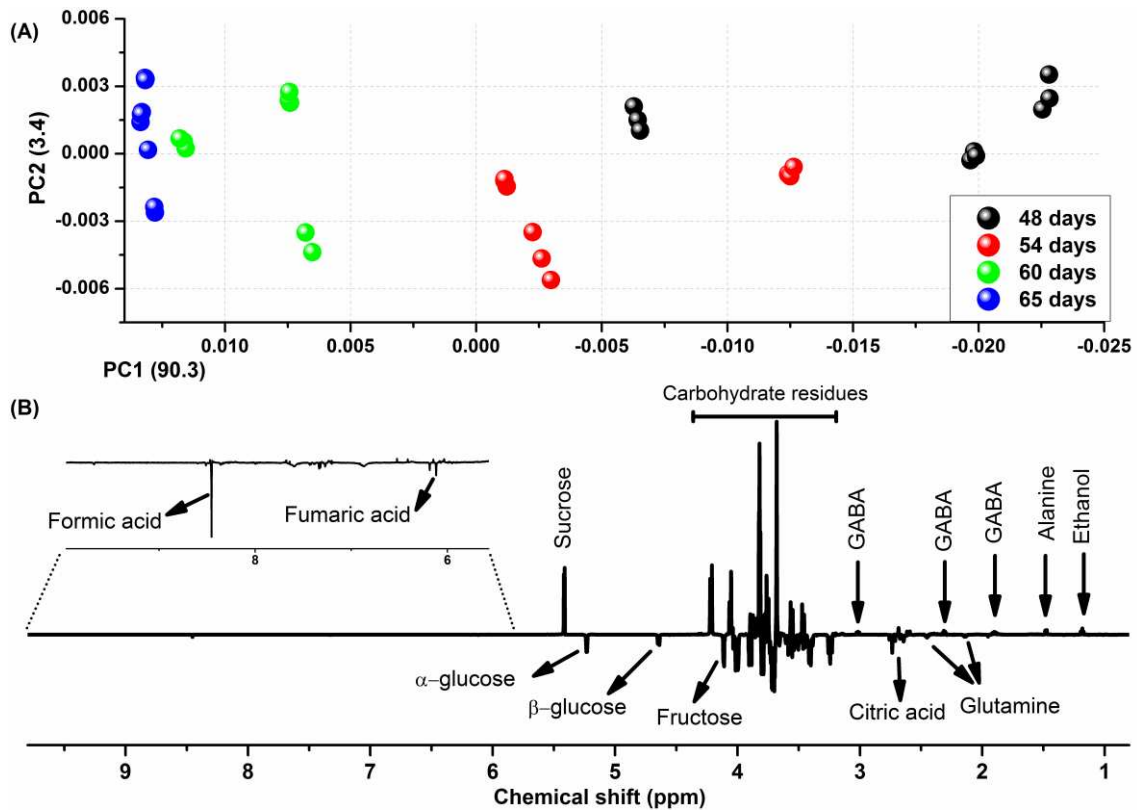


Figure 29 – a) PCA results from the ^1H NMR dataset of the melon pulp irrigated with tap water (0.5 dS m^{-1}): a) PC1 \times PC2 scores plot; b) relevant loadings plotted in lines form, with the respective identified compounds.

The PC1 axis that accounts 90.3% of the total variance shows the melon fruits harvested after 48 DAT at negative scores of PC1, while those harvested after 60 and 65 DAT at positive scores of the same axis. As observed in loadings graph, elevate amounts of simple

sugars as α and β -glucose, fructose; organic acids as citric, fumaric and formic acid, besides the amino acid glutamine was observed in fruits harvested at 48 DAT. The fruits harvested after longer periods (54, 60 and 65 DAT) presented higher content of sucrose, GABA, alanine, and ethanol.

To assess the salinity in the chemical composition of the melon pulp, additional multivariate statistical analyses by PCA were performed for NMR datasets of samples submitted to irrigation with water at different levels of electrical conductivity 0.5, 2.5 and 4.5 dS m^{-1} . Figure 5 shows this effect of water with 0.5, 2.5 and 4.5 dS m^{-1} in four stages of fruit maturation (48, 54, 60 and 64 DAT) (Fig. 29a, 29b, 29c and 29d).

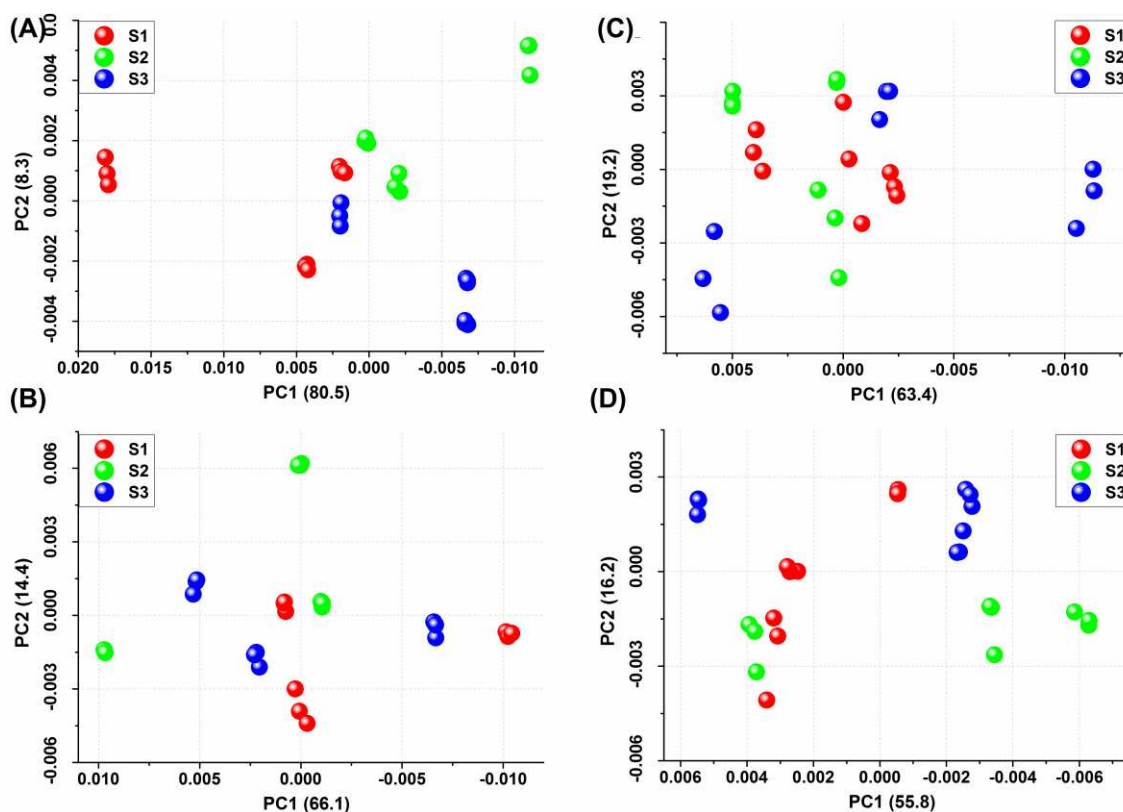


Figure 30 – PCA results from the ^1H NMR dataset of yellow melon fruits submitted to irrigation with saline water (0.5, 2.5 and 4.5 dS m^{-1}) of electrical conductivity: a) plot of PC1 \times PC2 scores at 48 DAT; b) chart of PC1 \times PC2 scores at 54 DAT; c) PC1 \times PC2 scores chart at 60 DAT and d) PC1 \times PC2 scores chart at 64 DAT.

The PC1 vs PC2 scores show a tendency towards separation of the samples with 88.8%, 80.5%, 82.6% and 72% of the total variance (Figure 29A, 29B, 29C and 29D,

respectively). Samples from the control treatment (S1) are positioned at positive PC1 values at 48 DAT, and at other stages of fruit maturation (54, 60 and 64 DAT) they showed PC1 variation, while S2 samples are located at negative PC1 scores. PC1 at 48 DAT and positive PC1 scores at 60 DAT, showing PC1 variations at stages 54 and 64 DAT. Samples S3 showed variation within PC1 for all stages of fruit maturation (48, 54, 60 and 64 DAT) (Figure 29). In general, high amounts of simple sugars such as fructose, α and β -glucose were observed for fruits harvested at 48 DAT, and high levels of sucrose, GABA, glutamine, alanine and ethanol for fruits harvested at 54, 60 and 64 DAT, both in melons irrigated with tap water and those subjected to different salinity conditions. Therefore, it can be stated that the simple sugar content decreased while the sucrose content increased over the maturation time, and there was no significant effect ($p < 0.05$) for salinity.

In the melon ripening process, there is an initial increase of sugars (glucose and fructose); however, the levels of these hexoses decrease or are maintained at the end of maturation, while the sucrose content increases rapidly and considerably (Duran-Soria et al., 2020). Variations in the composition of soluble sugars of melon are mainly due to the action of different enzymes from reactions involving sucrose, which depends on the genetics features (genotype) *versus* the environmental interactions (Burger et al., 2000; Nookaraju et al., 2010).

Metabolic pathway analysis

For a comprehensive analysis of the metabolite profile of the different samples, supervised multivariate statistical method by PLS-DA with pair wise comparison followed by data orthogonalization (OPLS-DA), was performed (i.e.: at 0.5 dS m⁻¹ harvested at 48 days versus 65 days; 4.5 dS m⁻¹ harvested at 48 DAT *versus* 65 DAT). The condition of fruits irrigated with water at an electric conductivity of 0.5 dS m⁻¹ (tap water) and harvested at 48 days versus 65 DAT was used as control for analysis of salinity-induced effects. To identify the relevant pathways linked to metabolites variation after salinity-induced experiment, the important variables were submitted to MetaboAnalyst™. Fig 30. shows the pathways suggested to be associated with the metabolism response to salinity: Fig. 30a presents the pathways for 0.5 dS m⁻¹ harvested at 48 DAT *versus* 65 DAT; and Figure 30b presents the pathways for 4.5 dS m⁻¹ harvested at 48 days *versus* 65 days. Pathways with a false discovery rate ($p < 0.1$) and

with metabolites with impact on the pathway were considered as the main affected routes. The metabolites colored with deep red indicate an increased concentration of metabolites (from 48 to 65 DAT) and the size indicates the number of metabolites that were affected within that route. Overall, five metabolic pathways were triggered when the plants were irrigated with water of 0.5 dS m⁻¹ of electric conductivity, while seven metabolic pathways were triggered when the plants were irrigated with water with higher salinity (4.5 dS m⁻¹ of electric conductivity). For statistical parameters, see Tables 2SI from Support Information file.

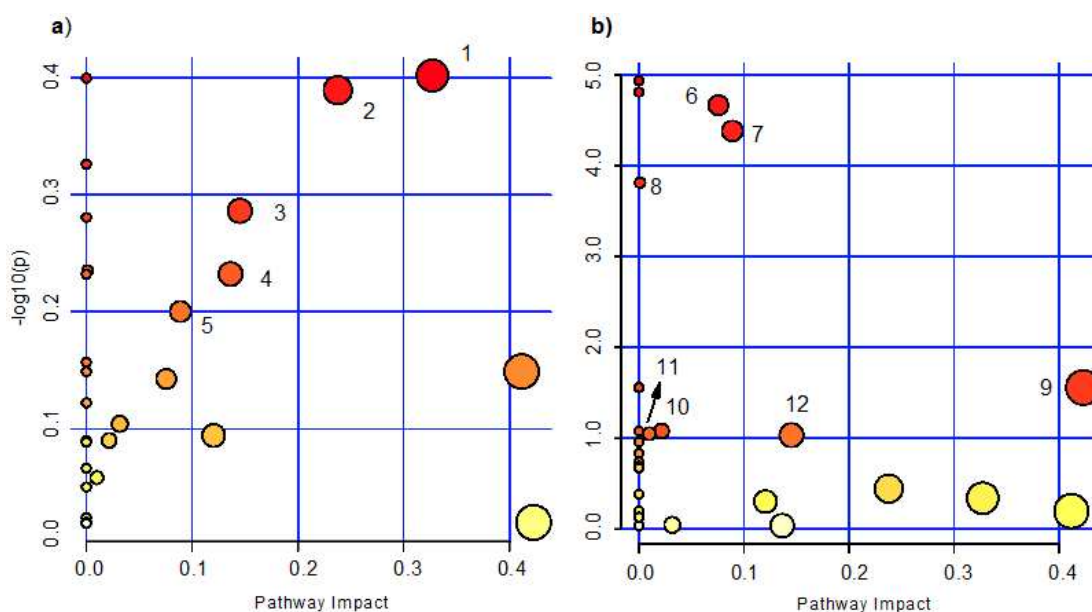


Figure 31 - Pathways associated with the salinity-induced effects on yellow melon fruits: a) 0.5 dS m⁻¹ harvested at 48 days versus 65 days; b) 4.5 dS m⁻¹ harvested at 48 days versus 65 days. Legend: 1 - Alanine, aspartate and glutamate metabolism; 2 - Tyrosine metabolism; 3 - Citrate cycle (TCA cycle); 4 - Butanoate metabolism; 5 - Starch and sucrose metabolism; 6 - Galactose metabolism; 7 - Starch and sucrose metabolism; 8 - Glycolysis / Gluconeogenesis; 9 - Phenylalanine metabolism; 10 - Phenylalanine, tyrosine and tryptophan biosynthesis; 11 - Glyoxylate and dicarboxylate metabolism; 12 - Citrate cycle (TCA cycle).

Plants irrigated with water with 4.5 dS m⁻¹ of electric conductivity triggered a higher number of routes than those irrigated with water with 0.5 dS m⁻¹ of electric conductivity. Additionally, the *p*-value was also considerably smaller (gamma-adjusted *p*-values for permutation per pathway, y-axis, higher) for plants irrigated with water with 4.5 dS m⁻¹ of electric conductivity. Therefore, for plants irrigated with water with 0.5 dS m⁻¹ of electric conductivity, the following routes were considered: (1) Alanine, aspartate and glutamate

metabolism; (2) Tyrosine metabolism; (3) Citrate cycle (TCA cycle); (4) Butanoate metabolism; (5) Starch and sucrose metabolism. For plants irrigated with water with 4.5 dS m⁻¹ of electric conductivity the routes (6) - Galactose metabolism; (7 or 5) - Starch and sucrose metabolism; 8 - Glycolysis / Gluconeogenesis; 9 - Phenylalanine metabolism; 10 - Phenylalanine, tyrosine and tryptophan biosynthesis; 11 - Glyoxylate and dicarboxylate metabolism; (12 or 3) - Citrate cycle (TCA cycle). Overall, the routes starch and sucrose metabolism (7 or 5) and citrate cycle (TCA cycle) (12 or 3) were triggered regardless of the salinity level. These routes might be associated to the plant development. With the increase of the salinity of the irrigation water, the following routes were triggered: galactose metabolism (6); glycolysis / gluconeogenesis (8); phenylalanine metabolism (9); phenylalanine, tyrosine and tryptophan biosynthesis (10); glyoxylate and dicarboxylate metabolism (11).

The amide and sucrose and citric acid metabolic pathways were found in both salinity conditions (0.5 and 4.5 dS m⁻¹) and also showed similar impacts (0.0889 for amide and sucrose and 0.14521 for citrate). These results suggest that carbohydrate metabolism in the melon fruit is modulated by fruit maturation, without major interference from salinity, as verified by the analysis of metabolites (Figure 30).

DISCUSSION

Fruit mass was reduced by the salinity of the irrigation water compared to the control treatment, however, there was no distinction between the saline treatments (2.5 and 4.5 dSm⁻¹), which makes a positive point showing that this mass reduction was not proportional to the increase in salt concentration in the irrigation water (Figure 25). Some factors and processes explain this reduction in fruit mass, as well as the effect on water absorption since saline water makes it difficult for the roots to absorb water, causing water stress resulting in a reduction in fruit growth and size (Moinuddin et al, 2017); the accumulation of salts in plant tissues, where as saline water is absorbed by the roots, the dissolved salts are transported to the plant tissues, which can hinder the functioning of cells, affecting photosynthesis and fruit development (Yarami, and Sepaskhah, 2015); ionic competition, where toxic ions compete with essential nutrients, which can harm the absorption of important nutrients, such as calcium and potassium, which play a fundamental role in fruit development (Yang et al., 2016 and Rodrigues et al, 2014).

Increasing the salinity of irrigation water had no impact on the total soluble solids content in melon fruits (Figure 26). The results of this research are in agreement with the study by Lima et al. (2020), who also investigated the effect of salt stress on the total soluble solids content in melon fruits and found no adverse effects on the soluble solids of the fruits.

Salt stress is the result of increased salt concentration in the soil, leading to osmotic stress in plant roots. This osmotic stress reduces the plant ability to absorb water from soil. As a result, the plant uses osmoregulation mechanisms as accumulation of solutes (such as sugars and organic acids) in the vacuoles of the plant cells. This causes an increase in the osmotic potential within the cells allowing the retention of water despite the external saline stress (Dias et al., 2016). Several reports highlighted the role of sugars as signaling molecules to adverse environmental conditions in plants (Ruan et al., 2010; Ruan, 2012; Ruan, 2014). This ability of plants to maintain the upregulation of metabolites, particularly sugars, may be useful to induce tolerance, while the decrease in metabolites has a negative impact on plant response (Costa et al., 2023).

The sweetness of the fruit is the main characteristic that determines the quality of the fruit and is crucial for defining the commercial value of the melon (Li, et al., 2006). Salt stress induces a decline in melon performance and productivity, while increasing fruit sweetness as reported by Akami and Arzani, 2019 (Akami; Arzani, 2019).

The development of fruits and seeds depend on the transport of photoassimilates from the source to the sink tissues through the phloem (Ruan et al., 2012; Liu et al., 2013). Sucrose is the main fixed-carbon form of carbohydrates for long-distance transport through the phloem from leaf sources to non-photosynthetic sink organs, including developing fruits (Julius et al., 2017). Numerous studies, including metabolomic approaches, report the behavior of sugars during fruit growth and maturation, since the accumulation of soluble sugars determines the sweetness of the fruit, indicating the appropriate harvesting point (Deluc et al., 2007; Lombardo et al., 2011; Osorio et al., 2012; Vallarino et al., 2018).

Once sucrose reaches the drain cells, sucrose is hydrolyzed by invertases or sucrose synthases into fructose and glucose, which help maintain drain strength. Furthermore, several studies point out that both sucrose and the main hexoses (glucose and fructose) are involved in the signaling and regulation of plant development (Ruan, 2012; Xu et al., 2012; Tognetti et al., 2013).

In fruits subjected to saline stress, galactose metabolism (6) was the most significant. The polysaccharides raffinose and stachyose arise from the addition of galactose to sucrose and correspond to a significant portion of those translocated to cucurbits. In fruits (sink), they are first hydrolyzed by a galactosidase to produce free galactose or transform galactose metabolism into an important pathway in the collecting tissue of Cucurbitaceae (Dai et al., 2006). The ability of plants to maintain upregulation of metabolites, especially sugars, can be useful to indicate tolerance, while the decrease in metabolites has a negative impact on plant response (Costa et al 2023).

The phenylalanine metabolism (9) was also impacted with the increase of the salinity (Fig.4). This result seems to be associated with change the fruit aroma, since this aminoacids is important for the formation of the melon aroma (Gonda et al, 2018). The metabolic pathway phenylalanine, tyrosine and tryptophan biosynthesis (10) also increased (from 48 to 65 DAT) with salinity increasing. The aromatic amino acids phenylalanine, tyrosine and tryptophan can promote the biosynthesis of secondary metabolites, such as phenolics and flavonoids. This fact was observed in watermelon plants during refrigerated storage (Zainal, et al., 2019).

The metabolism glycolysis / gluconeogenesis (8); phenylalanine metabolism (9); phenylalanine, tyrosine and tryptophan biosynthesis (10); glyoxylate and dicarboxylate metabolism (11) was also impacted with the increase of the salinity in order to maintain the energetic homeostasis of the fruit under saline stress conditions (Figure 30). According to Cornah et al., (2004) this metabolic pathway is important in the absence of energy due to a high non-vegetable metabolic flux. Therefore, in order to suppress this demand, the plant signaling the glyoxylate metabolism by increasing the conversion of fatty acids, alcohols, esters, waxes, alkenes and methylated compounds in carbon sources during the development and ripening of the fruit. This route is also related to photorespiration or the activity of the isocitrate-lyase enzyme, and this may lead to the increase in hydrogen peroxide H_2O_2 resulting in oxidative stress. Studies carried out with tomato revealed an increase in levels of H_2O_2 and are correlated it with changes in color of the fruit (Jimenez et al., 2002; Kumar et al., 2016).

CONCLUSIONS

The growth parameters of yellow melon fruits under the evaluated cultivation conditions were affected by salinity, causing a reduction in fruit mass. However, the soluble solids content was not affected, guaranteeing the sweetness of the fruit, which is a key parameter for product acceptance. NMR analysis showed that the metabolic variation detected comes from fruit maturation, indicating that salinity does not alter their chemical composition. At the beginning of the fruit ripening process, hexoses (glucose and fructose) are in greater concentration, which are transformed into sucrose during fruit ripening. From the quantification of metabolites that varied during the maturation/salinity process (indicated by OPLS-DA), affected metabolic routes were indicated. Metabolic pathway analysis shows that carbohydrate and amino acid pathways were altered by salinity. Nevertheless, this modification did not induce significant changes, since the composition of the main metabolite was not altered as observed through the metabolomics approach. The results obtained in this research reveal that melon plants are able to preserve their metabolic process of sugar transformation, even in conditions of high salinity generated by the irrigation water.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em condições de cultivo em campo a salinidade da água de irrigação na condutividade elétrica de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ afeta negativamente o crescimento das plantas de meloeiro, no entanto, não provoca redução da produção de frutos. Fato esse que remete que as plantas investem menos no seu crescimento vegetativo para priorizar a produção de frutos. Outro ponto positivo observado foi que os frutos não tiveram sua qualidade afetada pela salinidade da água de irrigação, indicando que o melão Goldex pode ser cultivado com uma água de condutividade até $4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Quando cultivadas em ambiente protegido as plantas de melão em condições de estresse salino apresentaram comportamento semelhante as condições de cultivo em campo com redução de crescimento. Foi observado que a partir da condutividade de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ a área foliar já apresenta redução e as plantas não investem mais em crescimento vegetativo após 60 dias de tranplântio, concentrando no desenvolvimento dos frutos. Os dados da pesquisa, incluindo as análises fisiológicas indicaram que as plantas em condições de salinidade de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ tendem a aumentar suas trocas gasosas, aumentando suas taxas fotossintéticas e acredita-se que isso esteja relacionada a redução da área foliar, como uma forma de compensação.

Em ambiente protegido há redução da massa dos frutos, no entanto, assim como em cultivo em campo aberto, os frutos conseguiram manter a qualidade adequado para o mercado consumidor, mantendo seu teor de açúcares adequado.

As plantas de ambiente protegido sob estresse salino mais severo, evidenciaram um aumento do índice de clorofila, isso pode está associado a uma maior concentração de algum nutriente específico e isso precisa ser investigado. As plantas tinham folhas mais grossas e com coloração de verde mais escura. É necessário investigar o metabolismo do nitrogênio associado com a salinidade para obter mais resultados.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. Acesso em: 09 de março de 2023. Disponível em <<https://abrafrutas.org/2023/02/dados-de-exportacao-de-2022/>>
- ALENCAR, Renato. D.; PORTO FILHO, Francisco de Q.; MEDEIROS, José F de; HOLANDA, José Simplício de.; PORTOR, V. C. N.; FERREIRA NETO, Miguel. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.221-226, 2003
- ALMEIDA, Otávio Alvares de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das almas, Embrapa mandioca e fruticultura, 2010, 234p. Acesso em 20 de dezembro de 2023. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26783/1/livro-qualidade-agua.pdf>>
- AKAMI, Mahmoud; ARZANI, Ahmad. Inheritance of fruit yield and quality in melon (*Cucumis melo* L.) grown under field salinity stress. **Scientific Reports**, 9, 7249, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43616-6>
- AMORIM, Aiala Vieira; GOMES FILHO, Enéas; BEZERRA, Marlos Alves; PRISCO, José Tarquínio; LACERDA, Claudivan Feitoda de. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 113-121, 2010.
- MATOS, Aristóteles Pires de. **Produção integrada de frutas e sistema agropecuário de produção integrada no Brasil**, 2012. 376p.
- ARAGÃO, Carlos Alberto.; SANTOS, Joice Simone; QUEIROZ, Sergio Oliveira Pinto; DANTAS, Barbara França Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**, v.22, n.2, p.161-169, 2009.
- ARIF, Yamshi, SINGH, Priyanka, SIDDIQUI, Husna, BAJGUZ, Andrzej., AND HAYAT, Shamsul. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. **Plant Physiol. Biochem**, 2020, v.156, p.64–77. doi: 10.1016/j.plaphy.2020.08.042
- ASAO, Toshiki.; ASADUZZAMAN, Md.; MONDAL, Fuad; TOKURA, Mayumi. ADACHI, Fumihiko; UENO, Makoto; KAWAGUCHI, Mikiko; YANO, Shozo; BAN, Takuya. Impact of reduced potassium nitrate concentrations in nutrient solution on the growth, yield and fruit quality of melon in hydroponics. **Scientia Horticulturae**. v.164, p.221–23, 2013.
- ASHRAF, Muhammad. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. **Flora**. v.199: p.361-376. 2004.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Water quality of agriculture. Rome: FAO, 1985. 174p. Irrigation and Drainage Paper, 29

AZEVEDO, Leandro Cardoso de; OLIVEIRA, Alessandra Conceição; MARTINS, Ingrid Caroline Santos; SILVA, Valéria Lima da; RIBEIRO, Cleberon de Sousa. Salinidade do solo em ambiente protegido. **Revista Campo Digit@l**, v. 13, n. 1, p.52-69, jul./dez., 2018.

BALDWIN, E. A. et al. Quantitative Analysis of Flavor and Other Volatiles and for Certain Constituents of Two Tomato Cultivars during Ripening. **Journal Of The American Society For Horticultural Science**, v. 116, n. 2, p.265-269, mar. 1991.

BARRETO, Norma Daniele Silva. Qualidade, compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos de híbridos comerciais de meloeiro cultivados no CE e RN. Tese (Doutorado em Fitotecnia, Mossoró – RN, 185f, 2011. **Dissertação de mestrado** Universidade Federal Rural do Semiárido

BARROS, Adilson David de. **Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do melão**. Botucatu: UNESP, 2002. 124p. (Tese de Doutorado).

BERNARDO, Salassier; SOARES, Antônio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni; Manual de Irrigação. 8 ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p

BOTÍA, Pablo; CARVAJAL, Micaela; CERDÁ, Antônio; MARTÍNEZ, Vicente. Response of eight Cucumismelo cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. **Agronomie**, v.18, p.503-513. 1998.

BRAGA, Italo de Oliveira; SILVA, Thalliton Luiz Carvalho de; SILVA, Vivianny Nayse Belo; RODRIGUES NETO, Jorge Candido; et al. Deep Untargeted Metabolomics Analysis to Further Characterize the Adaptation Response of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. to Very High Salinity Stress. Sec. **Plant Abiotic Stress**, v.13. 2022. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.869105>

BRAUN, David M., WANG, Lu, RUAN, Yong - Ling. Understanding and manipulating sucrose phloem loading, unloading, metabolism, and signalling to enhance crop yield and food security. **Journal of Experimental Botany**. v.65, p.1713–1735. 2014. doi: 10.1093/jxb/ert416

BRETERON, R. G. **Chemometrics: Data Analysis for the Laboratory and Chemical Plant**. Grã-Bretanha: John Wiley & Sons Ltd, 2003. 498 p.

BRETON, Rosemary C.; REYNOLDS, William F. USING NMR TO IDENTIFY AND CHARACTERIZE NATURAL PRODUCTS. **Natural Product Reports**. v.30, n.4, p. 501 – 524, 2013.

BURGER, Yosef; SHEN, Shmuel; PETREIKOV, Mariana; SCHAFFER, Arthur A. et al. The Contribution of sucrose to total sugar content in melons. **Acta Horticulturae**, n. 510, p.479-486, mar. 2000.

BURGER, Yosef; SCHAFFER, Arthur A. The contribution of sucrose metabolism enzymes to sucrose accumulation in *Cucumis melo*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.132, p.704–712, 2007

ÇAKIR, Birsen; AGASSE, Alice; GAILLARD, Cécile; SAUMONNEAU, Amélie; DELROT, Serge; ATANASSOVA, Rossitza. A grape ASR protein involved in sugar and abscisic acid signaling. **Plant Cell**, v.15, p.2165–2180, 2003. doi: 10.1105/tpc.013854

CASTELLANOS, Maria Tereza., CABELLO, Maria Jesús, CARTAGENA, Maria Carmem, TARQUIS, Ana Maria, ARCE, Augusto., RIBAS, Francisco. Nitrogen uptake dynamics and quality as influenced by nitrogen fertilization in ‘Piel de sapo’ melon. **Span. Journal of Agricultural Research**. v.10, p.756–767, 2012.

CLISH, Clary B. Metabolomics: an emerging but powerful tool for precision medicine. **Cold Spring Harb Mol Case Stud**. v.1, n.1: a000588, 2015. doi: 10.1101/mcs.a000588. PMID: 27148576.

COCHARD, Herve; HERBETTE, Stéphane; HERNÁNDEZ, Encarni; HÖLTTÄ, Teemu; MENCUCCINI, Maurizio. The effects of sap ionic composition on xylem vulnerability to cavitation. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, p.275-285. 2010.

COLLA, Giuseppe, ROUPHAEL, Youssef, MIRABELLI, Cristina, CARDARELLI, Mariateresa. Nitrogen-use efficiency traits of mini-watermelon in response to grafting and nitrogen-fertilization doses. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science** v.174, p.933–941, 2011.

COLLINS, P.; PLUMBLY, J. Natural colors – stable future? **European Food Research and Technology**, n. 2, 1995.

CORNAH, Johanna E. GERMANIN, Véronique.; WARD, Jane. L.; BEALE, Michael. H.; SMITH, Steven M.; Lipid utilization gluconeogenesis, and seedling growth in Arabidopsis mutants lacking the glyoxylate cycle enzyme malate synthase. **Journal of Biological Chemistry**. n.279, p.42916-42923, 2004.

COSTA, Caciana Cavalcante; CECÍLIO FILHO, Arthur Bernards; CAVARIANI, Rodrigo Luíz.; BARBOSA, José Carlos. Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e o número de frutos de melão por planta em hidroponia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p.731-736, 2004.

COSTA, Igor Rafael Sousa, CAVALCANTE, Francisco Lucas Pacheco, CAVALCANTI, Fábio Rocha, DE FREITAS FERNANDES, Cleberson, GOMES-FILHO, Enéas., CANUTO,

Kirley Marques, CARVALHO, Humberto Henrique de. Metabolomic exhibits different profiles and potential biomarkers of *Vitis* spp. co-cultivated with *Fusarium oxysporum* for short, medium, and long times. **Physiologia Plantarum**, v.175, n.3, e13918. 2023.

CRAMER, Michael D., Phosphate as a limiting resource: introduction. **Plant Soil**, v.334, p.1–10. 2010.

DADKHAH, Alireza. Effect of salinity on carbon isotope discrimination of shoot and root of four sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. **Journal of Agricultural Science and Technology**. v.15, p.901–910. 2013..

DAI, Nir; PETREIKOV, Marina; PORTNOY, Vitaly; KATZIR, Nurit Katzir; PHARR, David M; SCHAFFER, Arthur A. Cloning and expression analysis of a UDP-galactose/ glucose pyrophosphorylase from melon fruit provides evidence for the major metabolic pathway of galactose metabolism in raffinose oligosaccharide metabolizing plants. **Plant Physiol.** n.142, p.294–304, 2006.

DAIA, Jianlong., DUANB, Liusheng., DONGA, Hezhong. Comparative effect of nitrogen forms on nitrogen uptake and cotton growth under salinity stress. **Journal Plant Nutrition**. n.38, p.1530–1543, 2015.

DAI, Nir; COHEN, Shahar; PORTNOY, Vitaly *et al.* Metabolism of soluble sugars in developing melon fruit: A global transcriptional view of the metabolic transition to sucrose accumulation. **Plant Molecular Biology**, v. 76, n. 1–2, p.1–18, 2011.

DANTAS, Edna Pereira.; QUEIROGA, Roberto Cleiton Fernandes de; SILVA, Zaqueu Lopes da; ASSIS, Lamartine Eduardo; SOUSA, Francimalba Francilda. Produção e qualidade do meloeiro sob osmocondicionamento da semente e níveis de salinidade da água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.13, n.1, p.08-15, 2018

DEBOUBA, Mohamed, GOUIA, Houda, SUZUKI, Akira., GHORBEL, Mohamed Habid. NaCl Stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato “*Lycopersicon esculentum*” seedlings. **Journal Plant Physiology**. n.163, p.1247–1258, 2006.

DEINLEIN, Ulrich; STEPHAN, Aaron B; HORIE, Tomoaki; LUO, Wei; XU, Guohua; SCHROEDER, Julian I. Plant salt-tolerance mechanisms. **Trends Plant Sci.** v.19, n. 6:371-9, 2014. doi: 10.1016/j.tplants.2014.02.001.

DELUC, Laurent G; GRIMPLET, Jérôme.; WHEATLEY, Matthew D; TILLET, Richard L; QUILICI, David R.; OSBORNE, Craig, et al. Transcriptomic and metabolite analyses of Cabernet Sauvignon grape berry development. **BMC Genomics**. n.8, p.1–42, 2007. doi: 10.1186/1471-2164-8-429

DIAS, Nildo da Silva; BLANCO, Flávio. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de (Ed.). **Manejo de salinidade na Agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza-CE: INCT Sal, Cap. 9. 2010. p. 33-144.

DIAS, Nildo da Silva, LACERDA, Claudivan Feitosa de, FILHO, Enéas Gomes. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza, 2 ed. INCTSal. 151-161, 2016.

DIAS, Nildo da Silva; OLIVEIRA, André Moreira de; SOUSA NETO, Osvaldo Nogueira de; BLANCO, Flávio Favaro; REBOUÇAS, Jonatas Rafael Lacerda. Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.915-921, 2011.

DIAS, Nildo da Silva; PALÁCIO, Vilauba Soreira, MOURA, Karidja Carlos, SOUSA NETO, Osvaldo Nogueira. Crescimento do meloeiro em substrato de fibra de coco com solução nutritiva salina. **Irriga**, v.20, n.1, p.1–12, 2015. <https://doi.org/10.15809/irriga.2015v20n1p01>

DURÁN-SORIA, Sara; POTT, Delphine M; OSORIO, Sonia; VALLARINO, José G. Sugar Signaling During Fruit Ripening. **Frontiers in Plant Science**, v.11, n.564917, 2020. doi:10.3389/fpls.2020.564917

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Sistema de Produção do Melão**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>, 2010.

FACTOR, Thiago L.; ARAÚJO, Jairo A. C. de; VILELLA JÚNIOR, Luis V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.143-149, 2008.

FERNANDES, Otoniel Batista; PEREIRA, Francisco Hevilásio Freire; ANDRADE JUNIOR, Waldemar Pereira de; QUEIROGA, Roberto Cleiton Fernandes; QUEIROGA, Fábio Martins de. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga** v.23, n.3, p.93–103, 2010.

FERNÁNDEZ-TRUJILLO, Juan Pablo; PICÓ, Belén; GARCIA-MAS, Jordi; ÁLVAREZ, Jose Maria; MONFORTE, Antonio J. **Breeding for Fruit Quality in Melon**. *Breeding For Fruit Quality*, 2011, p261-278.

FERREIRA, Marcia Miguel Castro.; **Quimiometria: conceitos, métodos e aplicações**. 1st ed. Editora da Unicamp: Campinas, 1º ed. Campinas, São Paulo, 2015, 493p.

FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E.; COSTA, F.V.; PEREIRA, L.S.E.; GOMES JÚNIOR, J. Colheita e manuseio pós-colheita. 2001 In: ALVES, R.E. (Org). **Melão pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 23-41. (Frutas do Brasil, 10), 2000.

FILHO, Elenilson Godoy Alves; BRAGA, Luiza N.; SILVA, Lorena Mara A.; MIRANDA, Fábio Rodrigues; SILVA, Ebenézer O.; CANUTO, Kirley M.; MIRANDA, Maria Raquel et al. Physiological changes for drought resistance in different species of *Phyllanthus*. **Scientific Reports**, n.8, 2018. Doi:10.1038/s41598-018-33496-7

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The state of the world's land and water resources for food and agriculture. Roma: **FAO**. 2011. 50p

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

GARCIA-MAS, Jordi; BENJAK, Andrej; SANSEVERINO, Walter. The genome of melon (*Cucumis melo* L.). **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, v. 109, n. 29, p.11872-11877, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1205415109>

GIL, Victor M.S.; GERALDES, Carlos, F.G.C. Ressonância Magnética Nuclear: Fundamentos, Métodos e Aplicações. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 1012p, 1987.

GOMES, Krishna. R.; AMORIM, Aiala V.; FERREIRA, Franciso J.; ANDRADE FILHO, F. L.; LACERDA, Claudivan Feitosa de; GOMES-FILHO, Enéas. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 365-370, 2011.

GONDA, Itay; BAR, Einat; PORTNOY, Vitaly.; LEV, Shery. et al. Branched-chain and aromatic amino acid catabolism into aroma volatiles in *Cucumis melo* L. fruit, **Journal of Experimental Botany**, 61, 1111–1123, 2010. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp390>

GONDA, Itay; DAVIDOVICH-RIKANATI, Rachel; BAR, Einat.; LEV, Shery.; JHIRAD, Pliaa; et al. (Differential metabolism of Lphenylalanine in the formation of aromatic volatiles in melon (*Cucumis melo* L.) fruit. **Phytochemistry**, 148, 122-131, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2017.12.018>

GONDA, Itay; LEV, Shery; BAR, Einat; SIKRON, Noga; PORTNOY, Vitaly; DAVIDOVICH-RIKANATI, Rachel et al. Catabolism of L-methionine in the formation of sulfur and other volatiles in melon (*Cucumis melo* L.) fruit. **Plant Journal.**, v.74, p.458-472, 2013.

GRATTAN, S.R.; GRIEVE, C.M. **Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments**. p. 203- 229. In: Pessaraki, M. Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, New York, NY, USA. 1999.

GUEDES, Rodolfo A. A; OLIVEIRA, Francisco de A; ALVES, Rita de Cassia; MEDEIROS, Ana S. de; GOMES, Lucas. P; COSTA, Luilson P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. Manejo de Solo, Água e Planta, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n.19, v.10, 2015 <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p913-919>

GUIMARÃES, Caine Alves. **Aplicações de ressonância magnética nuclear (RMN) e quimiometria na determinação da autenticidade de uísques**. Dissertação, Universidade Federal de Goiás, GO, 81f. 2019.

GUPTA, Bhaskar; HUANG, Bingru. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. **International Journal Genomics**, 2014, 701596. doi: 10.1155/2014/701596

HENRIQUES NETO, Diolino. **Salinidade no algodoeiro**. Viçosa, UFV, 2003. 25 p.

HERNÁNDEZ, Encarni I; MELENDEZ-PASTOR, Ignacio; NAVARRO-PEDREÑO, Jose. N.; GÓMEZ, Ignacio. Spectral indices for the detection of salinity effects in melon plants. **Scientia Agricola**. v.71, n.4, p.324-330, 2014.

HOAGLAND, Dennis Robert; ARNON, Daniel. I. **The water culture method for growing plants with out soils**. Berkeley: California, Agricultural Experimental Station, 347p., 1950

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Produção Agrícola Municipal - Disponível- site IBGE (17 março 2023). URL: <https://www.ibge.gov.br> Consultado em 17 março 2023.

JIMENEZ, Ana.; CREISSEN, Gary.; KULAR, Baldeep.; FIRMIN, John.; ROBINSON, Sue.; VERHOEYEN, Martine; MULLINEAUX, Phil. Changes in oxidative processes and components of the antioxidant system during tomato fruit ripening. **Planta**, v.214, p.751–758, 2002.

JULIUS, Benjamin. T.; LEACH, Kristen. A.; TRAN, Thu. M.; MERTZ, Rachel A; BRAUN, David M. Sugar transporters in plants: New insights and discoveries. **Plant Cell Physiol**. v.58, p.1442–1460, 2017. doi: 10.1093/pcp/pcx090

KAYA, Cengiz; TUNA, A. Levent; ASHRAF, Muhammad; ALTUNLU, Hakan. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. **Environmental Experimental Botany**, v.60, p.397-403. 2007.

KOCH, K.E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. **Annu. Rev. Plant Physiology Plant Molecular Biology** v.47, p.509–540, 1996. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.47.1.509>

KUMAR, Vinay; IRFAN, Mohammad; GHOSH, Sumit; CHAKRABORTY, Niranjan; CHAKRABORTY, Subhra.; DATTA, Asis. Fruit ripening mutants reveal cell metabolism and redox state during ripening. **Protoplasma**, v.253, p.581–594. 2016.

KYRIACOUA, Marios C; LESKOVARB, Daniel I; COLLA, Giuseppe.; ROUPHAELD, Youssef. Watermelon and melon fruit quality: The genotypic and agro-environmental factors implicated. **Scientia Horticulturae**, 2018, link: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.032>.

LACERDA, Francisco Hélio Dantas; PEREIRA, Francisco Hevilásio Freire; NEVES, Iego da Silva; BORGES, Filipe Querino da Costa; CAMPOS JÚNIOR, José Eustáquio. Aplicação exógena de prolina na redução do estresse salino em meloeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 7, n. 3, p. 218-227, 2012.

LALONDE, Sylvie; BOLES, Eckhard; HELLMANN, Hanjo; BARKER, Laurence; PATRICK, John W; FROMMER, John M. WARD. The dual function of sugar carriers, transport and sugar sensing. **Plant Cell**. v.11, p.707–726, 1999.

LEE, Seung K; KADER, Adel A.; Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology Technology**. v.20, p.207–220, 2000.

LI Li; DOU, Na; ZHANG, Hue; WU, Chunxia. The versatile GABA in plants. **PLANT SIGNALING & BEHAVIOR**, v.16, n.3, e1862565, 2021.
<https://doi.org/10.1080/15592324.2020.1862565>

LI, Zichuan; SONG, Zhaoliang; SINGH, Bhupinder; WANG, Hailong. The impact of crop residue biochars on silicon and nutrient cycles in croplands. **Science of The Total Environment**. v. 659, p.673–680. 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.381>

LI, Zhengguo; YAO, Lihu; YANG, Yingwu; LI, Aidong. Transgenic approach to improve quality traits of melon fruit. **Scientia Horticulturae**. v.108, p.268–277, 2006.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.005>

LIMA, Reivany Eduardo Morais; ARAÚJO, Laíse F; FARIAS, Luciana F. de L; BEZERRA, Marlos Alves. Biometrics, physiology, production, and quality of Cantaloupe melons grown with saline waters under semi-arid conditions. **Comunicata, Scientiae**, v.11, p.1-11, 2020.
<https://doi.org/10.14295/CS.v11i0.3249>

LIRA, Raquela Mendes; SANTOS, Alexandre Nascimento dos; Silva, Jucicléia Soares da; Barnabé, Janice Maria Coelho; Barros, Marcone da Silva; Soares, Hammady Ramalho e. A utilização de águas de qualidade inferior na agricultura irrigada. **Revista Geama Environmental Sciences**, v.1, n.3, 2015

LIU, Yong - Hua; OFFLER, Christina E; RUAN, Yong-Lin. Regulation of fruit and seed response to heat and drought by sugars as nutrients and signals. **Front. Plant Sci**. v.4. 2013. doi: 10.3389/fpls.2013.00282

LIU, Qin; WU, Ji'en; LIM, Zhi Yang; AGGARWAL, Arushi; YANG, Hongshun; WANG, Shifei. Evaluation of the metabolic response of Escherichia coli to electrolysed water by 1H NMR spectroscopy. **LWT - Food Science and Technology**, v.79, p.428-436, 2017.

LIU, Qin; WU, Ji'en; LIM, Zhi Yang; LAI, Shaojuan, LEE; Norman, and YANG, Hongshun. Metabolite profiling of Listeria innocua for unravelling the inactivation mechanism of electrolysed water by nuclear magnetic resonance spectroscopy. **International Journal of Food Microbiology**, v.271, p.24-32, 2018.

LOMBARDO, Verónica A; OSORIO, Sonia; BORSANI, Julia; LAUXMANN, Martin A; BUSTAMANTE, Claudio O; BUDDE, Carlos S; et al. Metabolic profiling during peach fruit development and ripening reveals the metabolic networks that underpin each developmental stage. **Plant Physiol.** v.157, p.1696–1710, 2011. doi: 10.1104/pp.111.186064

LOPES, J. F. Melhoramento genético (chuchu, melancia, melão e pepino). **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 85, p.61-64, 1982.

MARTUSCELLI, Maria; DI MATTIA, Carla; STAGNARI, Fabio; SPECA, Stefano; PISANTE, Michele; MASTROCOLA, Dino. Influence of phosphorus management on melon (*Cucumis melo* L.) fruit quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** v.96, p.2715–2722, 2016.

MATSOUKAS, Ianis. G. Interplay between sugar and hormone signaling pathways modulate floral signal transduction. **Sec. Plant Genetics and Genomics.** v.5, 2014.
Doi: <https://doi.org/10.3389/fgene.2014.00218>

McGUIRE, Raymond G. Reporting of objective color measurements. **Horticulture Science**, v. 27,

MEDEIROS, Damiana Cleuma de; MEDEIROS, José Francismar de; PEREIRA, Francisco Aécio de Lima; OLIVEIRA, Rauny; SOUZA, Pahlevi de. Produção e qualidade de melão Cantaloupe cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 92-98, 2011.

MEDEIROS, Damiana C; MEDEIROS, José F de; BARBOSA, Murillo A; QUEIROGA, Roberto C. F.; OLIVEIRA, Francisco A; FREITAS, Wallace E. S. Crescimento do melão Pele de Sapo, em níveis de salinidade e estágio de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.6, p.647-654, 2012.

MEDEIROS, José F. de; TERCEIRO NETO, Cícero P; GHEYI, Hans R; DIAS, Nildo da Silva; SOUZA, Mariana S. de M; SOUZA, Rauny de. Management strategies of saline water on morphometric characteristics of melon cultivars. **Engenharia Agrícola**, v.34, p.649-659, 2014.

MEDEIROS, José F de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE.** Campina Grande, 1992. 173p. Dissertação Mestrado

MEDEIROS, Pedro. R.F.; SILVA, Ênio. F. F.; DUARTE, Sergio. N. **Salinidade em ambiente protegido.** In: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade - INCTSal. Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados. 2.ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. 138-147p.

MENG, Seng; SU, Li; LI, Yiming; WANG, Yinjuan; ZHANG, Chunxia; ZHAO, Zhong. Nitrate and ammonium contribute to the distinct nitrogen metabolism of populus simonii during moderate salt stress. **PloS One**, v. 11, e0150354, 2016.

MIGUEL, Ana Carolina Almeida. **Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado**. Piracicaba, 2008. 195 p.: il. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

MINHAS, P. S.; RAMOS, Tiago B.; BEN-GAL, Alon.; PEREIRA, Luis. S. Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. **Agricultural Water Management**. v.227, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105832>

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA – MAPA. Projeções do agronegócio: Brasil 2022/23 a 2032/33 Projeções de Longo Prazo. Brasília, v.1, 2023, 108p. Acesso em: 12 de novembro de 2023, disponível em < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2022-2023-a-2032-2033.pdf/>>.

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. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.63-70, 1999.

MISHRA, Sumit; GOGNA, Navdeep; DORAI, Kavita. NMR-based investigation of the altered metabolic response of Bougainvillea spectabilis leaves exposed to air pollution stress during the circadian cycle. **Environmental and Experimental Botany**, v.164, p.58–70, 2019. doi:10.1016/j.envexpbot.2019.04.019

MOINUDDIN, Muhammad; GULZAR, Salman; HAMEED, Abdul; GUL, Bilquees; KHAN, M. Ajmal; EDARDS, M. Ajmal. Differences in photosynthetic syndromes of four halophytic marsh grasses in Pakistan. **Photosynth Res**. V.131, p.51–64, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11120-016-0296-0>.

MORAIS, Marciana Bizerra de; BARBOSA-NETO, Adauto Gomes; WILLADINO, Lilia; ULISSES, Cláudia; CALSA JUNIOR, Tercilio. Salt Stress Induces Increase in Starch Accumulation in Duckweed (*Lemna aequinoctialis*, Lemnaceae): Biochemical and Physiological Aspects. **Journal Plant Growth Regulation**, v.38, n.2, p.683–700, 2019. <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9882-z>

MORAIS, Patrícia Lígia Dantas; SILVA, Geomar Galdino; MAIA, Emanuel Nogueira; MENEZES, Josivan Barbosa. Avaliação das tecnologias pós colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 214-218, 2009.

MUNNS, Rana; TESTER, Mark. Mechanisms of salinity tolerance. **Annu. Rev. Plant Biol.** 59, 651, 2008. Doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911

NANGARE, D. D.; SINGH, K. G.; KUMAR, S. Effect of blending fresh-saline water and discharge rate of drip on plant yield, water use efficiency (WUE) and quality of tomato in semiarid environment. **African Journal of Agricultural Research**, v.8, p.3639-3645, 2013.

NOOKARAJU, Akula; UPADHYAYA, Chandrama P; PANDEY, Shashank K; YOUNG, Ko Eun; HONG, Se Jin; PARK, Suk Keun; PARK, Se Won. Molecular approaches for enhancing sweetness in fruits and vegetables. **Scientia Horticulturae**, 127, 1-15, 2010.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.014>

NOWAKI, Rodrigo Hiyoshi Dalmazzo; FILHO, Arthur Bernardes Cecílio; FARIA, Rogério Teixeira de; WAMSER, Anderson Fernando; CORTEZ, Juan Waldir Mendoza. Efeito da fertilização nitrogenada na produtividade e qualidade do fruto da melancia, cv. Top gun. Mossoró, RN. **Revista Caatinga**, v.30, p.164–171, 2017.

NUNES, G. H. S.; ARAGAO, F. A. S. ; NUNES, E. W. L. P. ; COSTA, J. M. ; RICARTE, A. O. **Melhoramento de Melão**. In: Carlos Nick; Aluizio Borém. (Org.). Melhoramento de hortaliças. 1ed. Viçosa: Editora UFV, 2016, v. 1, p. 331-363.

OSORIO, Sonia; ALBA, Rob; NIKOLOSKI, Zoran; KOCHEVENKO, Andrej.; FERNIE, Alisdair R; Giovannoni, James J. Integrative comparative analyses of transcript and metabolite profiles from pepper and tomato ripening and development stages uncovers species-specific patterns of network regulatory behavior. **Plant Physiology**. 159, 1713–1729, 2012. doi: 10.1104/pp.112.199711

PAVIA, Donald L; LAMPMAN, Gary M; KRIZ, George S; VYVYAN, James R. **Introdução a Espectroscopia**. Tradução da 4ª Ed. Norte-Americana. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 716p.

PEDROTTIL, Alceu; CHAGAS, Rogério Moreira; RAMOS, Victor Callegari; PRATA, Ana Paula do Nascimento; LUCAS, Ariovaldo Antônio Tadeu; SANTOS, Pricila Barbosa. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1308-1324. 2015.

PEREIRA, Franciso. A. L.; MEDEIROS, José F; GHEYI, Hans R; DIAS, Nildo da Silva; PRESTON, Welka; VASCONCELOS, Cybelle B e L. Tolerance of melon cultivars to irrigation water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** Campina Grande, PB, UAEEA/UFCG. v.21, n.12, p.846-851, 2017.

PILON, Alan C; SELEGATO, Denise M; FERNANDES, Richard P; BUENO, Paula C. P; PINHO, Danielle R.; CARNEVALE NETO, Fausto; FREIRE, Rafael T; GAMBO, Ian Castro; BOLZANID, Vanderlan S; LOPES, Norberto P. Metabolômica de plantas: métodos e desafios. **Química Nova**, Vol. 43, n. 3, 329-354, 2020. DOI:
<http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170499>

PORTO FILHO, Francisco de Queiroz; MEDEIROS, José Francismar de; SENHOR, Rosemberg Ferreira; MORAIS, Patrícia Lígia; MENEZES, Josivan Barbosa. Qualidade de

frutos de melão amarelo irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Caatinga**, v.22, p.193-198, 2009.

PORTO FILHO, Francisco de Queiroz; MEDEIROS, José Francismar de; GHEYI, Hans R.; DIAS, Nildo da Silva; SOUSA, Paulo S; DANTAS, Daniel C. Evolução da salinidade e pH de solo sob cultivo de melão irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.15, n.11, p.1130–1137, 2011.

PURQUERIO, Luis Felipe Villani; CECÍLIO FILHO, Arthur Bernardes Concentração de nitrogênio na solução nutritiva e número de frutos sobre a qualidade de frutos de melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.831-836, 2005.

Rady, Mostafa M; Boriek, Sara. H. K.; El-Mageed, Taia. A. A.; El-yazal, Mohamed A. Seif.; Ali, E. F.; Hassan, F. A. S.; et al. Exogenous gibberellic acid or dilute bee honey boosts drought stress tolerance in *Vicia faba* by rebalancing osmoprotectants, antioxidants, nutrients, and phytohormones. **Plants** 10, 748, 2021. doi: 10.3390/plants10040748

RAMOS, Maria Lucrecia Gerosa; PARSONS, Richard; SPRENT, Janete Irene. Differences in ureide and amino acid content of water stressed soybean inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* and *B. elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, 40, 453-458, 2005.

RODRIGUES, Cicera Raquel Fernandes; SILVA, Evandro Nascimento; MOURA, Raniére da Mata; DOS ANJOS, David Correa; HERNANDEZ, Fernando Felipe Ferreyra; VIÉGAS, Ricardo Almeida. Physiological adjustment to salt stress in *R. communis* seedlings is associated with a probable mechanism of osmotic adjustment and a reduction in water lost by transpiration. **Ind. Crops Prod.** v.54, p.233–239, 2014.

RODRIGUEZ, Juan C; SHAW, Nicole L; CANTLIFFE, Daniel J; KARCHI, Zvi. Nitrogen fertilization scheduling of hydroponically grown ‘Galia’ muskmelon. **Proc. Fla. State Hortic. Soc.** v.118, p.106–112, 2005.

RUAN, Yong-Ling. Signaling role of sucrose metabolism in development. **Mol. Plant.** v.5, p.763–765, 2012. doi: 10.1093/mp/sss046

RUAN, Yong-Ling; JIN, Ye; YANG, Yue-Jian; LI, Guo-Jing; and BOYER, John S. Sugar input, metabolism, and signaling mediated by invertase: Roles in development, yield potential, and response to drought and heat. **Mol. Plant.** v.3, p.942–955, 2010. doi: 10.1093/mp/ssq044

RUAN, Yong-Ling; PATRICK, John W; BOUZAYEN, Mondher; OSORIO, Sonia; FERNIE, Alisdair R. Molecular regulation of seed and fruit set. **Trends Plant Sci.** v.17, p.656–665, 2012. doi: 10.1016/j.tplants.2012.06.005

RUAN, Yong-Ling. Sucrose metabolism: gateway to diverse carbon use and sugar signaling. *Annu. Review of Plant Biology*. v.65, p.33–67, 2014. doi: 10.1146/annurev-arplant-050213-040251

SALADIÉ, Montserrat; CAÑIZARES, Joaquim; PHILLIPS, Michael A; RODRIGUEZ-CONCEPCION, Manuel. et al. Comparative transcriptional profiling analysis of developing melon (*Cucumis melo* L.) fruit from climacteric and non-climacteric varieties. *BMC genomics*, v.16, p.440, 2015.

SANTOS, Hemerson Dantas dos. **Análise quimiométrica dos dados de RMN de cafés da região da chapada diamantina/Bahia**. Dissertação (Mestrado – pós graduação em química – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Salvador, 2019. 97p.

SANTOS, E.R.; BORGES, P. R. S.; SIEBENEICHLER, S. C.; CERQUEIRA, A. P.; PEREIRA, P. R. Crescimento e teores de pigmentos foliares em feijão-caupi cultivado sob dois ambientes de luminosidade. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.24, n.4, p.14-19, 2011

SANTOS, Elonha Rodrigues dos; **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão Amarelo (*Cucumis melo* L.) minimamente processado**. 2003, 80p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.

SANTOS, M. F. dos; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, E. M. de; BARBOSA, J. W. da S. Avaliação de genótipos de melão amarelo em Paulista, PB. *Tecnol. e Ciên. Agropec.*, João Pessoa, v.5, n.1, p.1-6, 2011.

SARABI, Behrooz; BOLANDNAZAR, Sahebal; GHADERI, Nasser; GHASHGHAIE, Jaleh. Genotypic differences in physiological and biochemical responses to salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: Prospects for selection of salt tolerant landraces. *Plant Physiol Biochem*. v. 119 p.294–311, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.09.006>

SCHEMBERGER, Michelle Orane; STROKA, Marília Aparecida; REIS, Leticia; LOS, Kamila, Karoline de Souza. et al. Transcriptome profiling of non-climacteric 'yellow' melon during ripening: insights on sugar metabolism. *BMC Genomics*, v. 21, n. 1, p. 1-20, mar. 2020.

SCHIEBERLE, P.; OFNER, S.; GROSCH, W. Evaluation of potent odorants in cucumbers (*Cucumis sativus*) and muskmelons (*Cucumis melo*) by aroma extract dilution analysis. *Journal of Food Science*. b.55, p.193–195,1990.

SEBRAE. **Cenários prospectivos: A fruticultura brasileira em 2018**. Disponível em: www.sebrae.com/fruticultura. Acesso em 30 de outubro de 2019.

SECCO, Leticia Barros; QUEIROZ, Sergio Oliveira; DANTAS, Bárbara França; SOUZA, Yara Andréo de; SILVA, Paloma Pereira. Qualidade de sementes de acessos de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. *Revista Verde Agroecologia Desenvolvimento Sustentável*, v.5, n.2, p.01–11, 2010

SEMIDA, Wael M; ABD EL-MAGEED, Taia A; ABDELKHALIK, Abdelsattar. HEMIDA, Khaulood A; ABDURRAHMAN, Hamdi A; HOWLADAR, Saad M.; et al. Selenium modulates antioxidant activity, osmoprotectants, and photosynthetic efficiency of onion under saline soil conditions. **Agronomy**.v.11, n.855, 2021. doi: 10.3390/agronomy11050855

SERABI, Behrooz; FRESNEAU, Chantal; GHADERI, Nasser; BOLANDNAZAR, Sahebali; STREB, Peter; BADECK, Fran-Werner.; CISTERNE, Sylvie; TANGAMA, Maeva; DAVID, Andoniaina; GHASHGHAIE, Jaleh. Stomatal and non-stomatal limitations are responsible in down-regulation of photosynthesis in melon plants grown under the saline condition: Application of carbon isotope discrimination as a reliable proxy. **Plant Physiology and Biochemistry**. v.141; p.1–19, 2019.

SEYMOUR, G.; McGLASSON. Melons. In: SEYMOUR, G.; TAYLOR, J.; TUCKER, G. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. 454p.

SILVA, Eduardo Magno Pereira da; ANDRADE JÚNIOR, Aderson, Soares de; BASTOS, Edson Alves; VIANA, Thales Vinicius de Araujo. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da melancia em solo sob palhada e preparo convencional. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 154–164, 2015.

SILVA, Marcelo Cleón de C; MEDEIROS, José Francismar de; NEGREIROS, Maria Zuleide; SOUSA, Valdemício F de. 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.

SINGH, Gurpreet; MAVI, Manpreet Singh; CHOUDHARY, Om Parkasf; GUPTA, Naveen; SINGH, Y. Rice straw biochar application to soil irrigated with saline water in a cotton-wheat system improves crop performance and soil functionality in north-west India. **Journal of Environmental Management**. v.295, 2021.

SOUZA, Stephanie de Oliveira. **Variação de índices iônicos em reservatórios no sertão cearense** / Stephanie de Oliveira Souza. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental, Fortaleza, 2019. 152f.

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

TAKAYAMA, Mariko; EZURA, Hirosh How and why does tomato accumulate a large amount of GABA in the fruit? **Front Plant Sci**. v.6, n.612, 2015.

TEDESCHI1, A.; ZONG, L.; HUANG, C. H.; VITALE1, L.; VOLPE, M. G.; XUE, X. Effect of Salinity on Growth Parameters, Soil Water Potential and Ion Composition in Cucumis melocv.Huanghemi in North-Western China. **Journal Agronomy Crop Science**, v. 203, p.41–55, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1111/jac.12161>

TERCEIRO NETO, Cícero Pereira Cordão; GHEYI, Hans Raj; MEDEIROS, José Francismar; DIAS, Nildo da Silva; CAMPOS, Marcos de Sousa. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.4, p.354-362, 2013.

TESTONE, Giulio; SOBOLEV, Anatoly; GONNELLA, Maria; RENNA, Massimiliano; MANNINA, Luisa; CAPITANI, Donatella; ARNESI, Giuseppe; BIANCARI, Tiziano; GIANNINOM, Donato. Insights into sucrose pathway of chicory stems by integrative transcriptomic and metabolic analyses. **Phytochemistry**, v.167, n.1, p.1-12, nov. 2019.

TOGNETTI, Jorge A; PONTIS, Horacio G; MARTÍNEZ-NOËL, Giselle M. A. Sucrose signaling in plants: A world yet to be explored. **Plant Signal. Behav.** v.8, e23316, 2013. doi: 10.4161/psb.23316

TOMAZ, Halan Vieira de Queiroz; AROUCHA, Edna Maria Mendes; NUNES, Glauber Henrique de Sousa; BEZERRA NETO, Francisco; QUEIROZ, Ronialison Fernandes. Qualidade pós-colheita de diferentes híbridos de melão-Amarelo armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v.31, n.4, p.987-994, 2009.

TRISTAN, Ana Isabel; ABREU, Ana Cristina; AGUILERA-SAEZ, Luis Manuel; PENA, Araceli; CONESA-BUENO, Andrés; FERNANDÉZ, Ignacio. Evaluation of ORAC, IR and NMR metabolomics for predicting ripening stage and variety in melon (*Cucumis melo* L.). **Food Chemistry** v.372, n.15, 2022.

TSAI, C.Y., SALAMINI, F., NELSON, O. E. Enzymes of carbohydrate metabolism in the developing endosperm of maize. **Plant Physiol.** v.46, p.299–306. 1970

ULLAH, Abd; LI, Mingxia; NOOR, Javaria; TARIQ, Akash; LIU, Yuan; SHI, Lianxuan. Effects of salinity on photosynthetic traits, ion homeostasis and nitrogen metabolism in wild and cultivated soybean. **PeerJ.** v.7, e8191, 2019.

ULLAH, Abd.; ZENG, Fanjiang; TARIQ, Akash; ASGHAR, Muhammad Ahsan; SALEEM, Khansa; RAZA, Ali; NASEER, Muhammad Asad. et al. Exogenous naphthaleneacetic acid alleviated alkalinity-induced morpho-physio-biochemical damages in *Cyperus esculentus* L. var. *sativus* boeck. **Front. Plant Sci.** v.18. 2022.

VALLARINO, José G; LIMA, Francisco de Abreu e; SORIA, Carmen; TONG, Hao; POTT, Delphine M; WILLMITZER, Lothar; FERNIE, Alisdair R; OSORIO, Sonia. Genetic diversity of strawberry germplasm using metabolomic biomarkers. **Scientific Reports.** v.8, 14386, 2018. doi: 10.1038/s41598-018-32212-9

WANG, Zhao-Hui; LI, Sheng-X; MALHI, Sukhdev. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** v.88, p.7–23, 2008.

WEBER, H., HEIM, U., GOLOMBEK, S., BORISJUK, L., MANTEUFFEL, R., WOBUS, U. Expression of a yeast derived invertase in developing cotyledons of *Vicia narbonensis* alters the carbohydrate state and affects storage functions. **Plant Journal**. v.16, p.163–172. 1998.

WISHART, David S; JEWISON, Timothy; GUO, An Chi; WILSON, Michael; KNOX, Craig; YIFENG, Liu; DJOUMBOU, Yannick et al. HMDB 3.0 - the human metabolome database in 2013. **Nucleic acids research**, v.41(D1), D801-D807, 2012. Doi: 10.1093/nar/gks1065.

WISHART, David S; et al HMDB 5.0: the Human Metabolome Database for 2022. **Nucleic Acids Research**, v.50(D1), D622-D631, 2021.

YANG, Zeen; WU, Zhen; ZHANG, Chusn; HU, Enmei; ZHOU, Rong; JIANG, Fangling. The composition of pericarp, cell aging, and changes in water absorption in two tomato genotypes: mechanism, factors, and potential role in fruit cracking. **Acta Physiologiae Plant**. V.38, 215, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2228-1>

YARAMI, Najmeh; SEPASKHAH, Ali Reza. Physiological growth and gas exchange response of saffron (*Crocus sativus* L.) to irrigation water salinity, manure application and planting method. **Agricultural Water Management**. v.154, p.43–51, 2015.

ZAINAL, Bokhary; DING, Phebe; ISMAIL, Intan Safinar; SAARI, Nazamid. 1H NMR metabolomics profiling unveils the compositional changes of hydro-cooled rockmelon (*Cucumis melo* L. *reticulatus* cv glamour) during storage related to in vitro antioxidant activity. **Scientia Horticulturae**, v.246, p.618-633. 2019

ZHANG, Hong; WANG, Huaisong; YI, Hongping; ZHAI, Wengiang; WANG, Guangzhi; FU Qiushi. Transcriptome profiling of *Cucumis melo* fruit development and ripening. **Horticulture Research**, v.3, n.1, p.1-10, 27 abr. 2016.

ZHANG, Ming Fang; LI, Zhi Ling. A comparison of sugaraccumulating patterns and relative compositions in developing fruits of two oriental melon varieties as determined by HPLC. **Food Chemistry**, Netherlands, v.90, p.785-790, 2005

ZHANG, Run Hua; LI, Jun; GUO, Shi Rong; TEZUKA, Takafumi. Effects of exogenous putrescine on gasexchange characteristics and chlorophyll fluorescence of NaCl-stressed cucumber seedling. **Photosynthesis Research**. v.100, p.155–162. 2009.

ZHONGHUA, Tang; YANJU, Liu; XIAORUI, Guo; YUANGANG, Zu. The combined effects of salinity and nitrogen forms on *Catharanthus roseus*: The role of internal ammonium and free amino acids during salt stress. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**. v.74, p.135– 144, 2011. doi: 10.1002/jpln.200900354

ZHU, ingchengL.; LI, Baiyun; WU, Limin; LI, Huixia; WANG, Zhengyang; WEI, Xiaoyo; MA, Baiquan; ZHANG, Yanfeng; MA, Fengwagn; LI, Mingium. MdERDL6-mediated glucose efflux to the cytosol promotes sugar accumulation in the vacuole through up-regulating TSTs in apple and tomato. *Proceedings of the National Academy of Sciences of*

the United States of America, **Plan Biology**, v.118, e2022788118, 2021. doi: 10.1073/pnas.2022788118

ZHU, Lingcheng; TIAN, Xiaocheng; PENG, Yunjing; SU, Jing; LI, Baiyun; Y, Nanxiang; MA, Fengwang; LI, Mingjun. Comprehensive identification of sugar transporters in the *Malus* spp. genomes reveals their potential functions in sugar accumulation in apple fruits. **Scientia Horticulturae**, v.303, 111232, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111232>

ZONG, Li; TEDESCHI, Anna; XUE, Xian; ANG, Tao; MENENTI, Massimo; HUANG, Cuahua. Effect of different irrigation water salinities on some yield and quality components of two field-grown cucurbit species. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 35, n. 2, p. 297-307, 2011.

ANEXO A - SUPPORT INFORMATION FILE: SALINITY DOES NOT AFFECT THE CHEMICAL COMPOSITION OF YELLOW MELON FRUITS AS 1H NMR-BASED METABOLOMICS

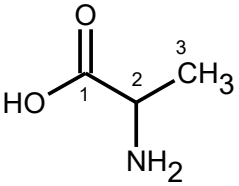
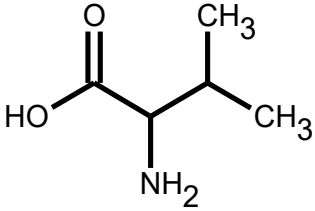
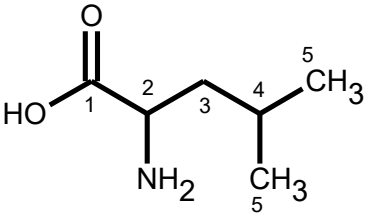
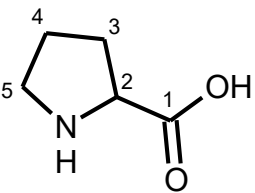
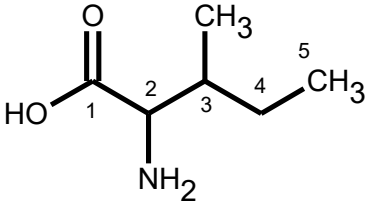
1. NMR data from the identification of the organic compounds

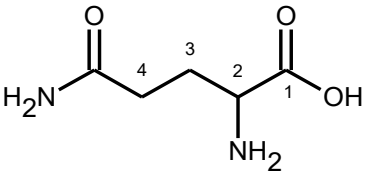
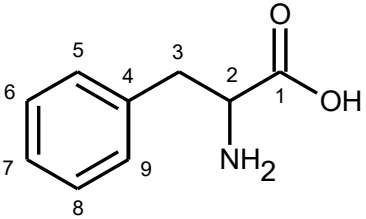
Tables S1 show the structures, ^1H and ^{13}C chemical shifts (δ), multiplicity, correlations, and constant coupling (J in HZ) of the compounds identified in the *Cucumis melo* pulp. The identified compounds exhibit characteristic signals at aliphatic region (between δ 0.66 to 2.60) from aliphatic alicyclic, allylic, β -substituted aliphatic, and alkyne protons; carbinolic region (between δ 2.60 to 5.50) from olefinic, α -monosubstituted and α -disubstituted aliphatic protons; and aromatic region (between δ 6.80 to 9.22) from alkene, heteroaromatic and aldehydic protons ¹⁻⁸.

Table S1 – Organic compounds characterized in *Cucumis melo* pulp

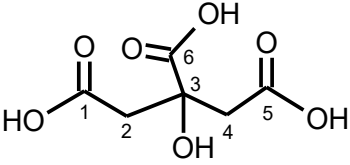
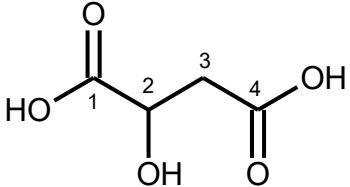
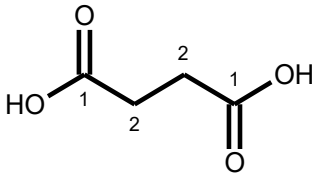
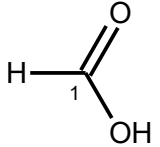
Structures	$\delta ^1\text{H}$ (multip.* J in Hz)	$\delta ^{13}\text{C}$ (HSQC)	Ref. ^1H [11-14]	Ref. ^{13}C [11-14]
------------	---	----------------------------------	------------------------------	---------------------------------

AMINO ACIDS

<p><i>Alanine</i></p> 	<p>2 - 3.77 (o) 3 - 1.47 (d 7.6)</p>	<p>53.6 19.4</p>	<p>3.9 (q 7.3) 1.52 (d 7.3)</p>	<p>53.4 19.1</p>
<p><i>Valine</i></p> 	<p>2 - 3.78 (o) 3 - 2.30 (o) 4 - 0.99 (o) 5 - 1.03 (o)</p>	<p>63.4 32.6 20.0 21.7</p>	<p>3.82 (d 4.4) 2.33 (m) 1.02 (d 7.1) 1.06 (d 7.1)</p>	<p>n 32.0 19.1 20.9</p>
<p><i>Leucine</i></p> 	<p>2 - no 3,4 - 1.64 (o) 5,6 - 0.97 (t 6.3)</p>	<p>42.7 27.0 23.8</p>	<p>3.90 (no) 1.73 (m) 0.96 (t 5.9)</p>	<p>42.6 26.8 23.6</p>
<p><i>Proline</i></p> 	<p>6 - 3.31 a 3.43 (o) 5 - 2.06 a 2.12 (m) 2 - 3.81 (o) 3 - 2.31 a 2.39 (m) 4 - 2.02 a 2.12 (m)</p>	<p>49.1 26.7 64.0 31.9 31.9</p>	<p>3.32 (m) 1.99 (m) 4.12 (dd 8.83; 8.42) 2.34 (m) 2.07 (m)</p>	<p>49.0 26.4 64.0 31.7 31.7</p>
<p><i>Isoleucine</i></p> 	<p>2 - no 3 - 1.80 (o) 4 - 1.48 (o) 5 - 0.92 (d, 7.6) 6 - 1.01 (o)</p>	<p>o 38.6 27.0 13.6 17.4</p>	<p>3.65 (n) 1.96 (m) 1.45 (m) 0.92 (d 7.1) 0.99 (d 7.1)</p>	<p>62.5 38.7 27.0 13.9 17.4</p>
<p><i>Glutamine</i></p>	<p>4 - 2.42 a 2.48(m) 3 - 2.07 a 2.17 (m) 2 - 3.77 (o)</p>	<p>34.9 29.3 57.0</p>	<p>2.45 (m) 2.12 (m) 3.77 (o)</p>	<p>33.9 29.3 57.2</p>

				
<p><i>Phenylalanine</i></p> 	<p>5,9 - 7.42 (<i>m</i>)</p> <p>6,8 - 7.32 (<i>m</i>)</p> <p>7 - 7.32 (<i>m</i>)</p>	<p>132.1</p> <p>132.1</p> <p>130.8</p>	<p>7.32 (<i>d</i> 6.98)</p> <p>7.42 (<i>m</i>)</p> <p>7.37 (<i>m</i>)</p>	<p>132.1</p> <p>131.8</p> <p>130.4</p>

ORGANIC ACIDS

<p><i>Citric</i></p> 	<p>2 - 2.70(o)</p> <p>4 - 2.90 (o)</p>	<p>48.1</p> <p>48.1</p>	<p>2.52 (<i>d</i> 15.8)</p> <p>3.66 (<i>d</i> 15.8)</p>	<p>48.6</p> <p>48.6</p>
<p><i>Malic</i></p> 	<p>1 -</p> <p>2 - 4.38</p> <p>3 - 2.61; 2.82</p> <p>4 -</p>	<p>71.8</p> <p>43.5</p>	<p>4.29</p> <p>2.34; 2.65</p>	<p>73.2</p> <p>45.5</p>
<p><i>Succinic</i></p> 	<p>2 - 2.39 (<i>s</i>)</p>	<p>36.8</p>	<p>2.39 (<i>s</i>)</p>	<p>36.8</p>
<p><i>Formic</i></p> 	<p>1 - 8.30 (<i>s</i>)</p>	<p>no</p>	<p>8.46 (<i>s</i>)</p>	<p>173.9</p>

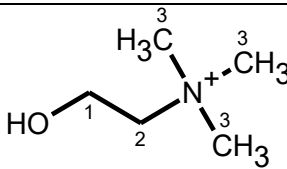
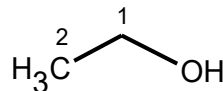
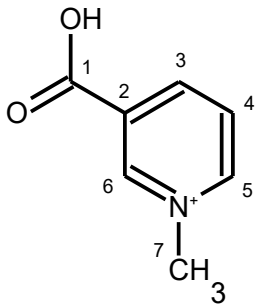
<p><i>Ascorbic acid</i></p>	<p>1 - o 2 - 4.50 (<i>d</i> 8) 3 - 3.25, 3.33 (o)</p>	<p>1 - o 2 - 66.8 3 - 63.8</p>	<p>1 - 4.00-4.02 (m) 2 - 4.90 (<i>d</i>, 7). 3 - 3.68 (<i>dd</i> 11, 7) 1H); 3.71 (<i>dd</i> 11, 9)</p>	<p>1 - 76.1 2 - 68.8 3 - 62.0</p>
-----------------------------	---	--	---	---

CARBOHYDRATES

<p><i>α-glucose</i></p>	<p>1 - 5.23 (<i>d</i> 3.90) 2 - 3.45 (<i>m</i>) 3 - 3.79 (<i>m</i>) 4 - 3.58 (<i>m</i>) 5 - 3.70 (<i>m</i>) 6 - 3.87 (<i>m</i>)</p>	<p>95.0 72.1 75.5 74.1 64 75.3</p>	<p>5.25 (<i>d</i> 3.80) 3.89-3.36 (o) n n n n</p>	<p>95.4 72.2 76.0 72.8 64.2 74.5</p>
<p><i>β-glucose</i></p>	<p>1 - 4.64 (<i>d</i> 7.90) 2 - 3.25 (<i>m</i>) 3 - 3.73 (<i>m</i>) 4 - 3.49 (<i>m</i>) 5 - 3.46 (<i>m</i>) 6 - 3.92 (<i>m</i>)</p>	<p>98.7 77.5 63.5 78.9 72.4 63.5</p>	<p>4.66 (<i>d</i> 8.10) 3.25 (<i>t</i> 8.40) n n n n</p>	<p>99.2 77.6 56.1 79.0 72.8 63.1</p>
<p><i>Fructose</i></p>	<p>3 - 4.10 (o) 4 - 4.10 (o) 5 - 3.80 (o) 1 - 3.51 (o) 6 - 3.80; 3.74 (o)</p>	<p>78.4 77.5 84.3 65.5; 66.6</p>	<p>3 - 4.10 (o) 4 - 4.10 (o) 5 - 3.81 (o) 7 - 3.48 (o) 11 - 3.8; 3.66 (o)</p>	<p>78.2 77.4 83.6 65.4 65.6</p>

OTHER COMPOUNDS

<i>Choline</i>	3 - 3.18 (<i>s</i>)	56.8	3.19 (<i>s</i>)	56.7
----------------	-----------------------	------	-------------------	------

	2 - 3.52 (o) 1 - no	70.2 no	3.50 (<i>dd</i> 5.8; 4.2) 4.05 (<i>m</i>)	70.1 58.5
<i>Ethanol</i> 	1 - 3.66 (o) 2 - 1.19 (<i>t</i> 7.2, 13.8)	60.5 19.7	3.64 (o) 1.17 (o)	60.3 19.
<i>Trigonelline</i> 	1 - no 2 - no 3 - 8.83 (<i>m</i>) 4 - 8.06 (<i>m</i>) 5 - 8.83 (<i>m</i>) 6 - 9.13 (<i>s</i>) 7 - 4.42 (o)	no no no 130.8 149.0 no 51.7	no no 8.88 (<i>d</i>) 8.07 (<i>dd</i>) 8.80 (<i>d</i>) 9.17 (<i>s</i>) 4.43 (<i>s</i>)	168.2 146.6 147.6 130.4 148.7 148.4 51.1

s – simplet; *d* – duplet; *t* – triplet; *q* – quadruplet; *quin* – quintet; *dd* – duplo duplete; *o* – overlapping signals; *n* – not informed; *no* – not observed.

The Table 2SI shows the pathways suggested to be associated with the metabolism response to salinity 0.5 dS/m, harvested at 48 days versus 65 days and 4.5 dS/m, harvested at 48 days versus 65 days

Table 2SI. Pathways suggested to be associated with the metabolism response to the salinity 0.5 dS/m, harvested at 48 days versus 65 days and 4.5 dS/m, harvested at 48 days versus 65 days.

Number of Pathway	Pathway Name (route number from Fig. 3)	p	-log(p)	Holm p	FDR	Impact
2.5 dS/m: 48 versus 65						
1	Alanine, aspartate and glutamate metabolism	0.0097594	2.0106	0.29278	0.1128	0.32734
2	Tyrosine metabolism	0.01128	1.9477	0.31585	0.1128	0.23784

3	Citrate cycle (TCA cycle)	0.036983	1.432	0.92458	0.16897	0.14521
4	Butanoate metabolism	0.068903	1.1618	1.0	0.20671	0.13636
5	Starch and sucrose metabolism	0.099653	1.0015	1.0	0.27178	0.0889
4.5 dS/m: 48 versus 65						
6	Galactose metabolism	2.1691E ⁻⁵	4.6637	6.0734E ⁻⁴	2.1691E ⁻⁴	0.07544
7	Starch and sucrose metabolism	4.1609E ⁻⁵	4.3808	0.0011234	3.1207E ⁻⁴	0.0889
8	Glycolysis / Gluconeogenesis	1.5405E ⁻⁴	3.8123	0.0040054	9.2432E ⁻⁴	0.00114
9	Phenylalanine metabolism	0.027644	1.5584	0.69109	0.11847	0.42308
10	Phenylalanine, tyrosine and tryptophan biosynthesis	0.083277	1.0795	1.0	0.25211	0.02152
11	Glyoxylate and dicarboxylate metabolism	0.089311	1.0491	1.0	0.25211	0.00983
12	Citrate cycle (TCA cycle)	0.092442	1.0341	1.0	0.25211	0.14521

ANEXO B – ANÁLISE DE ÁGUA DO POÇO DA ÁREA EXPERIMENTAL DE PACAJUS, CEARÁ



Agroindústria Tropical

Laboratório de Solos

Proprietário: Embrapa Agroindústria Tropical

Propriedade: CEP

Endereço: CEP

CEP:

Cidade: Pacajus

Estado:

CE

Tipo de amostra: Água

Solicitante: Francisco Justino de Souza

Amostra	ID	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Soma de cátions	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Soma de ânions	RAS
		mS/cm	 mmol _e /L										
2021/04	Poço (caixa d'agua)	7,2	0,858	0,8	1,3	0,2	4,6	6,9	7,4	0,0	0,0	0,1	7,5	4,5
2021/05	Poço 2 (cajá)	6,5	1,154	0,9	2,5	0,4	5,2	9,0	9,9	0,0	0,0	0,0	9,9	4,0

Classificação Amostra 6 C3S1

 Amostra 7 C3S1

Os resultados referem-se exclusivamente às amostras recebidas.

pH: medidor de pH

Condutividade elétrica (CE): condutímetro

Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ e SO₄²⁻: ICP-OES

Cl⁻: titulometria com nitrato de prata

CO₃²⁻ e HCO₃⁻: titulometria com ácido sulfúrico

NA: não avaliado

ALD: abaixo do limite de detecção

RAS: Relação de adsorção de sódio