

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - MELHORAMENTO GENÉTICO DE**  
**PLANTAS**

**ISLAN DIEGO ESPINDULA DE CARVALHO**

**RESPOSTAS AGRONÔMICA E ECOFISIOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE**  
**MELOEIRO SUBMETIDOS À SALINIDADE PARA DESENVOLVIMENTO DE**  
**ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO**

**RECIFE – PE**

**2019**

**ISLAN DIEGO ESPINDULA DE CARVALHO**

**RESPOSTAS AGRONÔMICA E ECOFISIOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE  
MELOEIRO SUBMETIDOS À SALINIDADE PARA DESENVOLVIMENTO DE  
ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Melhoramento Genético de Plantas.

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:**

Dr. Dimas Menezes – Orientador – DEPA/UFRPE

Dr. Fabrício Marcos Oliveira Lopes – Coorientador – DEPA/UFRPE

**RECIFE – PE**

**2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C331r Carvalho, Islan Diego Espindula de  
Respostas agronômicas e ecofisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade para desenvolvimento de estratégias de seleção / Islan Diego Espindula de Carvalho. – 2019.  
86 f.: il.

Orientador: Dimas Menezes.

Coorientador: Fabrício Marcos Oliveira Lopes.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas, Recife, BR-PE, 2019.

Inclui referências.

1. Melão – Melhoramento genético
2. Melão - Seleção
3. Seleção de plantas – Melhoramento genético
4. Variação (Biologia)
5. Condutividade elétrica I. Menezes, Dimas, orient. II. Lopes, Fabrício Marcos Oliveira, coorient. III. Título

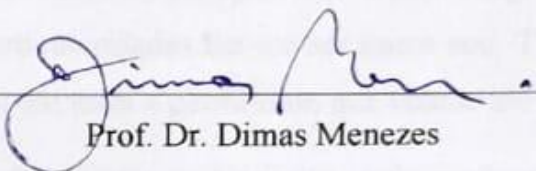
CDD 581.1

**ISLAN DIEGO ESPINDULA DE CARVALHO**

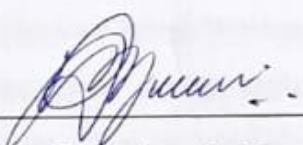
**RESPOSTAS AGRONÔMICA E ECOFISIOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE  
MELOEIRO SUBMETIDOS À SALINIDADE PARA DESENVOLVIMENTO DE  
ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO**

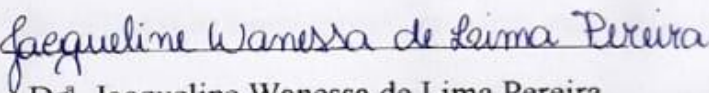
Tese defendida e aprovada pela banca examinadora em 12/02/2019:

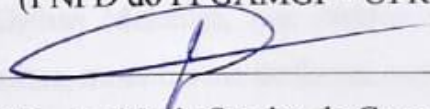
**ORIENTADOR:**

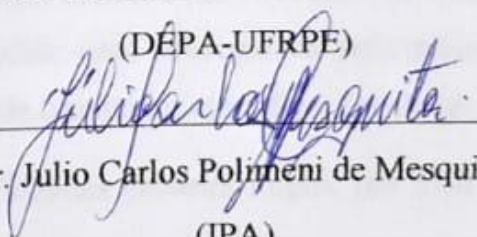
  
Prof. Dr. Dimas Menezes  
(DEPA - UFRPE)

**EXAMINADORES:**

  
Prof. Dr. Antônio Francisco de Mendonça Júnior  
(DEPA - UFRPE)

  
Dr.ª. Jacqueline Wanessa de Lima Pereira  
(PNPD do PPGAMGP - UFRPE)

  
Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho  
(DEPA-UFRPE)

  
Dr. Julio Carlos Polimmi de Mesquita  
(IPA)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, porque por Ele e para Ele são todas as coisas. Deu-me força para ir além do que sonhei, não me desamparou nem por um instante, foi pai, amigo, conselheiro e acima de tudo meu Senhor.

Aos meus pais Iranildo de Carvalho Souza e Vilani Espindula de Carvalho, que deixaram de sonhar seus sonhos para sonhar os meus sonhos. Fizeram mais do que podiam para que seu legado em minha vida fosse a educação, mas o maior legado deles em minha vida é o amor, que dentro de suas particularidades fez-me ser quem sou. Tudo que fiz até aqui foi por vocês, por vocês acreditarem em mim e permitiram que voasse até os mais altos montes.

Ao meu irmão Iago Espindula de Carvalho, pelo apoio e por mostrar-me o mundo através de outra perspectiva. Aos demais familiares que apoiaram-me.

A minha amada noiva Carla Caroline Alves Pereira, que desde os primeiros momentos do doutorado foi meu apoio, foi companheira, amiga, crítica, fez meu doutorado ser mais leve e me deu um novo sentido de viver, um amor de verdade, como a história de um filme que nunca vai acabar.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, por todo suporte e oportunidade.

A CAPES, pela concessão da bolsa durante metade de meu doutorado.

Ao meu orientador Dimas Menezes, que mudou minha visão da agronomia e do melhoramento genético de plantas, mostrou-me de forma excepcional a interação entre pesquisa acadêmica e a realidade do campo. Ensinou-me a ver que nos detalhes estão as mais importantes características e, por ter aprendido isso, consegui ver nele pequenas características que o faz um grande homem, pois além de orientador científico, foi amigo, conselheiro, um pai.

Ao professor Pabrcio Marcos Oliveira Lopes, por toda disponibilidade e atenção na coorientação.

À Dr<sup>a</sup> Jacqueline Wanessa de Lima Pereira por todo apoio, suporte e amizade.

Aos professores do PPAMGP, Dr. José Luiz Sandes, Dr<sup>a</sup>. Rejane Rodrigues, Dr<sup>a</sup>. Vivian Loges, Dr<sup>a</sup>. Geysa Coelho, Dr. Francisco Oliveira, Dr. Édson Ferreira, Dr<sup>a</sup>. Luiza Semen, Dr.

Péricles Albuquerque, Dr. Roberto de Albuquerque Melo, Dr. Antônio Mendonça e Dr. Gerson Quirino pelo compartilhamento de conhecimento e experiência profissional e pessoal.

Ao pesquisador do Instituto Agrônomo de Pernambuco Júlio Mesquita, por toda disponibilidade e apoio durante o doutorado.

Aos técnicos e companheiros de doutorado Fernando Rocha, Fabian Santana e Elisabeth Albuquerque pelo suporte técnico e incentivo. À secretária do PPGAMGP Bernadete de Pinto, por toda disponibilidade.

Aos meus amigos do PPGAMGP Jackson da Silva, Jackeline Gadé, Cristina Costa, Antônio Costa, Djayran Sobral, Gérsia Gonçalves, Sérgio Rogério, Jackeline Terto, Kleyton Danilo, Adônis Mendes, Yrlânia Guerra, Robson Ramos, Damião Queiroz, João Albuquerque, Eduardo Lopes, Clint Wayne, Vinícius Amador e Ana Maria.

Aos bolsistas e estagiários Tiago Seixas, Ronaldo Santos, Alana, Gyrleide, Maria Vitória, Ezildo Feliciano, Isabeli, José, Jaime, Henrique e Bruna.

Ao professor do IFPE Ronaldo Alves e ao programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFRPE, pela assistência nas análises fisiológicas.

Aos funcionários do campo da UFRPE Davi, Nivaldo, Salatiel e Henrique e Batistinha.

Aos membros do SMGP-CECA-UFAL Dr. Paulo Vanderlei Ferreira que sempre mantiveram as portas do referido departamento abertas para me receber, à professora Dra. Rosa Lira, ao M.Sc Antônio Barbosa, Moisés Tiodoso, Douglas Santos, Natanaely, Amauri, João, Luiz, Daniele e Mariangela.

A todos os que direta ou indiretamente, contribuíram na construção desta tese.

A Deus.

## **OFERECIMENTO**

A meus pais, Iranildo de Carvalho Souza e Vilani Espindula de Carvalho.

## **DEDICATÓRIA**

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Em 18 dezembro de 1990 nasceu em Maceió-AL Islan Diego Espindula de Carvalho, filho de Iranildo de Carvalho Souza e Vilani Espindula de Carvalho, naturais de Ibateguara-AL.

Durante minha infância e juventude vivi na capital alagoana, porém meu coração era do campo, em minhas visitas a meus avós Júlio Simplício Lucas e Josefa Espindula Lucas, na zona rural de Ibateguara, percebi desde pequeno que aquele era o local em que me sentia bem, em que ajudava na lida no campo, não como trabalho, mas sim como diversão, então pensando em não trabalhar nenhum dia de minha vida, ingressei no curso técnico em agropecuária, graduação e pós graduação em agronomia. Porque cheguei até essa etapa atual pela satisfação de fazer o que me gera prazer, felicidade e, acima de tudo, amor.

Realizei o ensino primário básico na Escola Caminho do Progresso e no Centro de Estudos e Pesquisas Aplicadas entre os anos de 1994 e 1996. O ensino fundamental foi realizado no Colégio São Thiago entre os anos de 1997 e 2005. O ensino médio e o curso técnico foram realizados na Escola Agrotécnica Federal de Satuba, atual Instituto Federal de Alagoas Campus Satuba, entre os anos de 2007 e 2009.

Em 2010 iniciei a graduação em Agronomia na Universidade Federal de Alagoas finalizando a mesma em 2014. Iniciando no mesmo ano da finalização da graduação o mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) e concluindo-o no ano seguinte.

Em 2015 iniciei o doutorado em Melhoramento Genético de Plantas na Universidade Federal Rural de Pernambuco, com finalização na data deste documento.



## LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

### Capítulo II

- Gráfico 1. Temperaturas e umidades na casa de vegetação, Recife 2018. 31
- Tabela 1. Médias das características de crescimento e agronômicas de genótipos de melão submetidos à salinidade. 32
- Tabela 2. Características fisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade. 33
- Tabela 3. Correlações canônicas e pares canônicos entre as características de maior importância para as características secundárias. 34

### Capítulo III

- Gráfico 1. Temperaturas e umidades na casa de vegetação, Recife 2018. 53
- Tabela 1 – Características vegetativas e de floração de meloeiro sob estresse salino. 54
- Tabela 2 – Características fisiológicas de meloeiro sob estresse salino. 54
- Tabela 3 – Características de frutos de melão submetidos a estresse salino. 55
- Tabela 4 - Características vegetativas e de floração de genótipos de meloeiro submetidos ao estresse salino. 56
- Tabela 5 – Características fisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos ao estresse salino. 57
- Tabela 6 – Características de frutos de meloeiros submetidos ao estresse salino. 58
- Gráfico 2. Produtividade de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade. 59

### Capítulo IV

- Gráfico 1. Temperaturas e umidades na casa de vegetação, Recife 2018. 72
- Tabela 1. Espectros de luz e reflexo das folhas do meloeiro submetido à salinidade. 72
- Tabela 2. Correlações canônicas e pares canônicos entre as características de maior importância para as características secundárias 73
- Tabela 3. Equações de estimação das características de produção e crescimento em função das características fotossintéticas e de reflectância. 74

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO I.....   | 1  |
| INTRODUÇÃO GERAL .....                                    | 2  |
| 1. REFERENCIAL TEÓRICO.....                               | 4  |
| 1.1. BOTÂNICA, ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO DO MELOEIRO .....   | 4  |
| 1.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....                           | 5  |
| 1.3. CAUSAS E EFEITOS DO ESTRESSE SALINO .....            | 6  |
| 1.4. MELHORAMENTO DO MELOEIRO TOLERANTE À SALINIDADE..... | 8  |
| 1.5. FENÔMICA.....  | 10 |
| 1.6. REFERÊNCIAS .....                                    | 12 |
| CAPÍTULO II.....  | 17 |
| RESUMO.....   | 18 |
| ABSTRACT .....  | 19 |
| INTRODUÇÃO.....   | 20 |
| MATERIAIS E MÉTODOS.....                                  | 21 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                               | 23 |
| CONCLUSÃO.....  | 28 |
| REFERÊNCIAS .....   | 28 |
| CAPÍTULO III .....  | 35 |
| RESUMO.....   | 36 |
| ABSTRACT .....  | 37 |
| INTRODUÇÃO.....   | 38 |
| MATERIAIS E MÉTODOS.....                                  | 39 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                               | 42 |
| CONCLUSÃO.....  | 50 |
| REFERÊNCIAS .....   | 50 |
| CAPÍTULO IV .....   | 60 |
| RESUMO.....   | 61 |
| ABSTRACT .....  | 62 |
| INTRODUÇÃO.....   | 63 |
| MATERIAIS E MÉTODOS.....                                  | 64 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                               | 67 |
| CONCLUSÕES .....  | 70 |
| REFERÊNCIAS .....   | 70 |

## RESUMO GERAL

O meloeiro é uma hortaliça de grande importância econômica para a região semiárida do Brasil, porém essa região apresenta características edafoclimáticas que propiciam a salinização dos solos e da água, influenciando negativamente a cultura. Diversas alternativas, podem ser utilizadas para cultivo em solo e água salina, porém a maior parte delas são economicamente inviáveis, a melhor alternativa é o uso de cultivares tolerantes. Para o desenvolvimento de novas cultivares é fundamental a identificação e caracterização de genótipos que possam ser doadores de genes para aumentar a tolerância à salinidade. O processo de melhoramento requer um longo tempo desde a identificação até o lançamento das cultivares, então para reduzir o tempo do processo de melhoramento é necessário o desenvolvimento de estratégias por meios de tecnologias que permitam a identificação de genótipos tolerantes de modo eficiente. Atualmente, algumas áreas como a fenômica vem ganhando destaque, devido à alta precisão e eficiência. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar as respostas agrônômicas e ecofisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade para desenvolvimento de estratégias de seleção. A primeira etapa foi a identificação e caracterização de genótipos de meloeiro. O objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização agrônômica e fisiológica de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade em sistema hidropônico. A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal Rural de Pernambuco, entre os meses de setembro e novembro de 2017. O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, em que foram avaliados 12 genótipos, sendo sete acessos de melão caxi (*Cucumis melo* var *momordica*) e cinco cultivares comerciais: SF 10/00, Al Mel, Gladial, Torreon e Sancho. Esses genótipos foram submetidos à condutividade elétrica de  $6,5 \text{ dS.m}^{-1}$  fornecida por meio de solução nutritiva. Foram avaliadas características de crescimento, floração, características dos frutos, produtividade e características fisiológicas. Foi realizada análise de variância, teste de agrupamento de Skott Knott a 5% de probabilidade e correlações canônicas. Para a produtividade e peso médio de frutos houve a formação de três grupos, o grupo de maior produtividade foi formado pelos genótipos A1, A6, A8, A14, A16, A18, SF10/00, Gladial e Sancho, com média de  $2,56 \text{ kg.planta}^{-1}$ . O grupo intermediário foi formado pelos genótipos A4 e AL Mel, com média de  $2,24 \text{ kg.planta}^{-1}$ . O genótipo Torreon ( $1,89 \text{ kg.planta}^{-1}$ ) foi o representante do grupo de menor produtividade. Os genótipos pertencentes aos grupos botânicos *momordica* e *inodorus* apresentaram as maiores produtividades em sistema

hidropônico com uso de água salina na solução nutritiva. As características fisiológicas não apresentaram diferença significativa entre os genótipos submetidos à salinidade. A produtividade, percentual de matéria seca da parte aérea, altura da planta, início da floração feminina e número de flores masculinas aos 40 dias e femininas aos 45 dias podem ser utilizados na escolha de genótipos de meloeiro tolerantes à salinidade. A segunda etapa foi a avaliação das respostas agrônômicas e fisiológicas dos genótipos de meloeiro submetidos à salinidade: o objetivo desse trabalho foi avaliar as respostas agrônômicas e fisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco em Recife, entre os meses de maio e julho de 2018. O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas (10 x 2) com três repetições, sendo avaliados 10 genótipos de melão (subparcelas) em duas condutividades elétricas (parcelas). Cada parcela foi representada por quatro plantas. Os genótipos utilizados foram: SF 10/00, Torreon, AL Mel e sete acessos do grupo momordica, A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro, A18 Santa Tereza do Oeste. As duas condutividades elétricas foram 2 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10) e 6,5 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10) fornecidas na solução nutritiva. Foram avaliadas características vegetativas, fisiológicas e produtivas do meloeiro. Os genótipos A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, Torreon e Al Mel não diferiram estatisticamente nas duas CEs, apresentando perdas respectivas de produtividade na ordem de 15,29; 17,44; 24,85 e 17,80% na comparação entre a CE 2 e 6,5 dS.m<sup>-1</sup>. Os genótipos que apresentaram maiores perdas de produtividade foram A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A14 Belo Jardim, A18 Santa Tereza do Oeste e SF 10/00, com médias respectivas de perdas em comparação da CE 2,0 e 6,5 dS.m<sup>-1</sup> de 39,04; 30,41; 50,39; 37,77; 44,57 e 31,59%. O excesso de sal na solução nutritiva promoveu redução no crescimento, desenvolvimento e na produtividade do meloeiro. Os genótipos A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, Torreon e Al Mel apresentaram baixas perdas de produtividade em resposta ao estresse salino. A terceira etapa utilizou o mesmo experimento da etapa dois, sendo alteradas apenas as avaliações: foram utilizadas nas análises apenas as características de reflectância que apresentaram variação entre os tratamentos. Foi utilizada a correlação canônica para determinação da contribuição na relação das variáveis principais (Altura de Plantas, Percentual de Matéria Seca e Produtividade) com a contribuição das variáveis secundárias (Fotossíntese, Condutância, Chroma, Green NDVI, NIR/G (cinza), Green channel (cinza), NIR channel e Canopy (cinza), Canopy (azul). A partir dos resultados obtidos foram determinadas as equações para estimação das principais

características em função das características secundárias. Foram avaliadas características vegetativas, fisiológicas e produtivas do meloeiro. O terceiro par canônico apresentou altas correlações para as três características principais, associando o aumento da AP, %MS e PR à redução da fotossíntese, Green NDVI e NIRG Cinza, aumento da condutância, aumento do valor do Chroma e NIRG Cinza. A utilização de imagens multiespectrais associadas às características fisiológicas é uma estratégia viável para programas de melhoramento do meloeiro tolerante à salinidade.

**Palavras Chaves:** *Cucumis melo* L., condutividade elétrica, variabilidade genética, seleção otimizada, melhoramento do meloeiro.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO**

## INTRODUÇÃO GERAL

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das oleráceas que apresenta maior produtividade, tendo sua produção crescente desde o início de seu plantio no Brasil em função da melhoria no manejo e, principalmente, em função do melhoramento genético que ofertou no mercado diversas cultivares com características diferenciadas, atendendo a diversos segmentos de mercado (SANTOS 2015). Segundo o último levantamento realizado pela FAO (2018), o Brasil tem uma produção de 596.430 t, do qual o estado do Ceará e Rio Grande do Norte são os maiores produtores e exportadores (CEPEA 2018).

O estado de Pernambuco apresenta potencial para ser grande produtor de melão, devido suas características edafoclimáticas, estrutura para exportação e possuir vários centros de pesquisa. O Estado apresentou no ano de 2012, em valor de exportação US\$ 29.079,00, porém em anos anteriores como em 2007 apresentou valor de exportações, de US\$ 629.240,00, tendo como principal região produtora o Vale do São Francisco, além de novas áreas que vêm sendo exploradas, como no município de Inajá (Araújo e Araújo 2007, SARA 2012, MDICE 2013).

Diversos países destacam-se na produção de melão, principalmente os que apresentam clima semi-árido, como alguns países asiáticos e africanos, clima semelhante existe no Nordeste brasileiro, que apresenta altas temperaturas, alta taxa de evaporação e chuvas irregulares, tornando o solo propício à salinização que inviabiliza em muitos casos o uso do solo para agricultura (Resende e Costa 2010, Lima Júnior e Silva 2010, Silva et al. 2011).

Os solos salinos para serem usados na agricultura necessitam de algumas práticas para torná-lo propício para o cultivo, como a necessidade de lixiviação, escolha adequada do método de irrigação, drenagem subterrânea, dentre outras, sendo o uso de espécies e variedades tolerantes à salinidade a solução mais eficiente do problema (Lima Júnior e Silva 2010). À salinidade do solo ou da água provoca diversos efeitos negativos nas plantas, dentre os quais alteração nas características qualitativas e quantitativas em função da alteração dos processos fisiológicos e bioquímicos, alterando a fotossíntese, respiração, funcionamento do complexo enzimático, dentre outros fatores, porém essas reações dependem da concentração salina, tempo de exposição a fatores ambientais e dos genótipos (Hasanuzzaman et al. 2013).

O meloeiro é considerado uma cultura moderadamente tolerante à salinidade, os genótipos de melão apresentam grande variação, apresentando de tolerância a sensibilidade a

sais, apresentando, assim, dentro da espécie, variabilidade para ser utilizada no melhoramento da espécie, visando desenvolver genótipos tolerantes à salinidade (Willadino e Camara 2010, Fritsche Neto e Borém 2011). Diversas espécies cultivadas possuem programas de melhoramento visando o desenvolvimento de variedades tolerantes à salinidade, dentre as quais destacam-se o milho, sorgo, arroz, feijão, dentre outras espécies, as quais, de acordo com suas características, apresentam diversas estratégias de seleção (Toppa e Brambilla 2011).

O método para mensurar a influência da salinidade pode ter como base os parâmetros de germinação, desenvolvimento de plântulas, massa fresca, massa seca, sendo todas essas características influenciadas pela concentração dos sais na solução, adaptação do genótipo, tipo de sal, fase fenológica da planta, dentre muitos outros fatores (Medeiros et al. 2012).

O desenvolvimento de genótipos tolerantes à salinidade é um desafio para a maioria das espécies, devido ao baixo *pool* gênico da maioria delas, porém algumas dessas como o melão apresentam cultivares tolerantes à salinidade, como a cultivar BG 84-3, desenvolvida em Israel, em 1990, utilizando o método de seleção natural de ecótipo (Fritsche Neto e Borém 2011). No Brasil, não há relatos de cultivares de meloeiro desenvolvidas com tolerância à salinidade, dessa forma, devido à grande área agrícola salinizada e à disponibilidade de água salina para os cultivos, faz-se necessária esse tipo de cultivar para continuar produzindo em regiões com essas características, então para isso o desenvolvimento de genótipos tolerantes é a alternativa que apresenta a melhor viabilidade para solucionar o problema.



## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1. BOTÂNICA, ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO DO MELOEIRO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das oleráceas que apresentam maior eficiência produtiva por área, que tem sua produtividade crescente desde o início de seu plantio no Brasil em função da melhoria no manejo e, principalmente, em função do melhoramento genético que possibilita o cultivo em diversas regiões atendendo às exigências do mercado nacional e internacional (Santos et al. 2015).

O meloeiro pertence à família das Curcubitáceas, é uma planta anual, herbácea, diploide ( $2n= 2x= 24$  cromossomos), caule prostrado, com número de hastes e ramificações variáveis em função da cultivar, sistema radicular pivotante com crescimento bastante expressivo nos 30 cm de profundidade (Pedrosa 1997, Fontes e Puiatti 2005). É uma espécie alógama, que apresenta baixa frequência de frutos resultantes da autofecundação (Mathew et al. 1986).

As plantas podem ser monóicas, ginóicas ou, na sua maioria, andromonóicas, ou seja, apresentam flores masculinas e hermafroditas; as folhas se apresentam de tamanho e forma bastante variada, sendo geralmente grandes, palmadas e pentalobadas; na região axilar das folhas nascem as gavinhas, que é um dos órgãos de sustentação da planta (Joly 1993). Os frutos cultivados apresentam considerável variação de tamanho, forma e peso; a casca pode apresentar-se lisa, enrugada, tipo “rede” ou em forma de gomos. Os frutos imaturos são normalmente verdes e quando maduros mudam, dependendo da cultivar (Menezes et al. 2001).

Essa espécie possui dois centros de origem, o Centro Asiático Central e o Centro do Oriente Médio (Ferreira 2006), em que diversos autores consideram a África e o Oeste Asiático (Akashi et al. 2002), locais de grande importância no melhoramento genético, pois nessas regiões encontram-se a maior diversidade, servindo como fonte de genes para dar origem a cultivares adaptadas a fatores bióticos e abióticos (Bueno et al. 2006).

O *Cucumis melo* spp. foi introduzido no Brasil inicialmente vindo da África, mais recentemente foi trazido por imigrantes da Espanha, Japão, Estados Unidos e Índia, além de alguns genótipos trazidos de outros países ao longo do tempo. Os diferentes tipos de melões que entraram no Brasil tornaram o país um centro de diversificação da espécie, atualmente a

maior diversificação é utilizada na agricultura tradicional, principalmente os melões originados da África (Queiroz 2004).

Devido à grande variabilidade fenotípica do meloeiro, a espécie foi dividida em grupos botânicos. Tradicionalmente a espécie foi subdividida em duas subespécies em função da presença de pelos no ovário, cujos genótipos com ovário com pelos longos pertencem à subespécie *agrestis* e os genótipos com ovário com pelos curtos identificam a subespécie *melo* (Jefrey 1980).

Na década de 90 devido ao polimorfismo do gênero, algumas classificações passaram a ser aceitas, baseando-se principalmente no tipo sexual e nos caracteres dos frutos, dividindo a espécie em seis grupos *cantaloupenis*, *inodorus*, *flexuosus* e *dudaim* pertencentes à subespécie *melo* e os grupos *momordicas* e *conomon*, pertencentes à subespécie *agrestis* (Nick e Borém 2016). Em 2008, esses grupos foram subdivididos em 15 variedades botânicas, *cantaloupenis*, *reticulatus*, *adana*, *chandalak*, *ameri*, *inodorus*, *flexuosus*, *chate*, *dudaim* pertencentes à subespécie *melo* e *momordica*, *acidulus*, *chinensis*, *makuwa*, *tibish* e *agrestis* pertencentes à subespécie *agrestis* (Pitrat 2008).

## 1.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O meloeiro é cultivado em mais de 100 países, a produção mundial em 2016 foi de 31.166.896 t, sendo 75,5% produzidos na Ásia, 11,6% nas Américas, 6,15% na África, 6,1% na Europa e 0,8% na Oceania. O maior produtor nesse período foi a China (15.944.800 t), seguida pela Turquia (1.854.356 t) e Irã (1.615.642 t). Outros países, como Israel, Espanha e Japão apresentam destaque pelas altas produtividades e pelas tecnologias empregadas nos cultivos. A produção de melão no Brasil, em 2016, foi de 596.430 t, representando 1,92% da produção mundial. (FAO 2018).

Os primeiros plantios de meloeiro no Brasil ocorreram na década de 60, com produção concentrada em São Paulo e Rio Grande do Sul. Na década de 80, os primeiros cultivos comerciais foram implantados nos estados do Rio Grande do Norte e no Ceará, atualmente esses dois Estados representam 80% da produção nacional (Celin et al. 2014).

Na Safra 2017/2018, o Brasil exportou 227 mil toneladas de melão, gerando US\$ 148 milhões, em que os estados do Rio Grande do Norte e do Ceará representam 75% das exportações dessa fruta. A outra região que apresenta destaque na produção e exportação de melão é o Vale do São Francisco, apresentando maior valor do produto no mercado internacional (5% a mais) devido à alta qualidade dos frutos (CEPEA 2018).

O estado de Pernambuco apresenta potencial para ser grande produtor de melão, devido suas características edafoclimáticas, estrutura para exportação e possuir vários centros de pesquisa. O Estado apresentou no ano de 2012, em valor de exportação, US\$ 29.079,00, porém em anos anteriores, como em 2007, apresentou valor de exportação de US\$ 629.240,00, tendo como principal região produtora o Vale do São Francisco (Araújo e Araújo 2007, MDICE 2013).

As principais regiões produtoras de melão no mundo apresentam clima semiárido, caracterizado pelas altas temperaturas e baixos índices pluviométricos, apresentando com isso balanço hídrico negativo. Tais fatores provocam excesso de evaporação que a longo prazo provoca o acúmulo de sais na superfície do solo, conseqüentemente resulta em perdas na produtividade das espécies vegetais cultivadas e na maioria dos casos inviabiliza a atividade na região (Moura et al. 2007).

### **1.3. CAUSAS E EFEITOS DO ESTRESSE SALINO**

A salinização é um fenômeno crescente em todo o mundo, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas, decorrentes das condições edafoclimáticas e da agricultura irrigada, que devido à escassez de recursos utiliza água salina ou métodos inadequados de irrigação. Estima-se que 50% dos 250 milhões de hectares irrigados no mundo já apresentam problemas de salinização e 10 milhões de hectares são abandonados anualmente devido ao avanço desse processo (Lima Júnior e Silva 2010).

Esse é o processo pelo qual sais solúveis se acumulam ao longo do perfil do solo, que consiste normalmente das várias proporções de cátions de sódio ( $\text{Na}^{++}$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+}$ ) e dos ânions de cloreto ( $\text{Cl}^{-}$ ), sulfato ( $\text{SO}_4$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^{-}$ ) e, às vezes, de carbonato ( $\text{CO}_3^{++}$ ). À salinidade dos solos é caracterizada por dois aspectos específicos, baixos

potenciais osmóticos e altas concentrações de Na e outros íons específicos ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e, as vezes, carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) (Toppa e Brambilla 2011).

Os sintomas da salinidade nos vegetais caracterizam-se por alterações morfológicas tais como desuniformidade do crescimento, presença de coloração verde-azulada e queimadura nas bordas das folhas. Outros efeitos nocivos da salinidade são o osmótico e da toxicidade causada pelo acúmulo de íons específicos. O componente osmótico resultante da elevada concentração de solutos na solução, provocando um déficit hídrico pela redução do potencial osmótico, e o componente iônico, decorrente dos elevados teores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , e da alterada relação  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  e outros nutrientes (Willadino e Camara 2010).

Nos vegetais, o estresse salino é causado por dois fatores, o efeito osmótico, pois promove a seca fisiológica, e o efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma (Taiz e Zeiger 2013). Inicialmente, os efeitos causados pelo excesso de sais são de natureza biofísica, restringindo o transporte de água, em seguida é desencadeada uma sequência de reações, moduladas por hormônios, que levam a restrição à abertura osmótica e assimilação fotossintética do  $\text{CO}_2$ . À medida que os íons salinos se acumulam em excesso no citosol das células das plantas surgirão problemas de toxicidade (Silveira et al. 2016).

A fase osmótica do estresse ocorre nos estágios iniciais da exposição das plantas à salinidade ou na presença de níveis moderados de sais em contato com o sistema radicular, nesse período é comum que as plantas apresentem suas respostas fisiológicas do tipo aclimatativa ao estresse, os danos diretos sofridos nessa fase são pequenos. Na fase iônica ocorrem danos diretos e indiretos, desencadeando reações bioquímicas de percepção e expressão de genes ligados ao fator modular do estresse, na sequência ocorre a resposta da planta envolvendo expressão gênica, síntese de proteínas e balanço hormonal (Schossler et al. 2012).

A maioria das plantas cultivadas são glicófitas, então, o efeito da salinidade causa grandes danos, que podem ser expressos em termos de porcentagem de biomassa perdida ou porcentagem de sobrevivência (Munns et al. 2002). O meloeiro é considerado uma espécie moderadamente tolerante à salinidade, apresentando perdas de produtividade de 50% quando submetida à salinidade de  $6,1 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , e apresentando a morte com  $16 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  (Willadino and Camara, 2010), porém essa característica depende do meio de cultura, tipo de salinidade, estágio de crescimento da planta e cultivar (Nelson e Paris 1984). Segundo Alencar et al.

(2003), a produção de melão reduz cerca de 16% a cada aumento unitário da condutividade elétrica.

A tolerância à salinidade depende da habilidade da planta em controlar o transporte de sal em pontos específicos: seletividade no processo de absorção pelas células das raízes; carregamento do xilema preferencialmente com  $K^+$ , mais do que com  $Na^+$ ; remoção do sal do xilema na parte superior das raízes, caule, pecíolo ou bainha foliares; retranslocação de  $Na^+$  e  $Cl^-$  no floema, garantindo a ausência de translocação para tecidos da parte aérea em processo de crescimento; excreção de sais através de glândulas ou pelos vesiculares, presentes apenas nas halófitas. Desses mecanismos, as plantas cultivadas apresentam apenas os três primeiros (Munns et al. 2002).

Cultivos hidropônicos podem constituir uma vantagem quando se utiliza água salobra diluindo a solução nutritiva, pois neste sistema, inexistente ou é desprezível o potencial mátrico (interação entre a água e as partículas sólidas), devido ao estado de saturação a que as plantas estão submetidas, fato que possibilita o aumento da tolerância das culturas à salinidade por meio da aclimação natural da espécie, para aquelas que suportam certo nível de salinidade (Soares et al. 2007).

Para atender as demandas de cultivo hidropônico ou no solo, o desenvolvimento de novas cultivares tolerantes à salinidade deve ser tarefa constante, pois o efeito da salinidade varia entre os genótipos, então, tendo o melhoramento genético de plantas papel fundamental para minimizar o efeito negativo da salinização nas plantas, tornando-as aptas a apresentarem altas produtividades e qualidade do produto final (Solmaz et al. 2011, Freitas et al. 2014).

#### **1.4. MELHORAMENTO DO MELOEIRO TOLERANTE À SALINIDADE**

A solução da problemática causada pela salinidade parte de duas situações, a primeira é selecionar criteriosamente as culturas ou as cultivares que possam produzir satisfatoriamente sob condições de salinidade, isto é, melhorar as plantas visando a sua adaptação ao solo ou água salina. A segunda alternativa é a adoção de práticas adequadas de manejo do solo e da água, para reduzir ao máximo a salinidade e proteger as plantas (Gheyi 2000). A segunda opção compreende a realização de melhorias em projetos de irrigação e drenagem, o que significa gastos elevados para sua efetivação. Portanto, a melhor alternativa é a seleção de plantas

tolerantes à salinidade, associada ao avanço de um bom programa de melhoramento genético (Toppa e Brambilla 2011).

Diversas espécies cultivadas possuem programas de melhoramento visando o desenvolvimento de cultivares tolerantes à salinidade, dentre as quais destacam-se o milho, sorgo, arroz, feijão, entre outras espécies, as quais, de acordo com suas características genéticas e botânicas, apresentam diversas estratégias de seleção em função, principalmente, da disponibilidade de genes que conferem tolerância (Toppa e Brambilla 2011).

A etapa inicial de um programa de melhoramento visando o desenvolvimento de genótipos tolerantes à salinidade é a identificação de genitores que apresentem tal característica em diferentes níveis e, de preferência, de base genética diferente. A metodologia utilizada na avaliação de tolerância à salinidade deve ser simples, econômica e facilmente adotável, permitindo que grande número de materiais seja avaliado (Fritsche Neto e Borém 2011).

O método para mensurar a influência da salinidade pode ter como base os parâmetros de germinação, desenvolvimento de plântulas, massa fresca, massa seca, sendo todas essas características influenciadas pela concentração dos sais na solução, adaptação do genótipo, tipo de sal, fase fenológica da planta, dentre muitos outros fatores, assim, a metodologia mais adequada para identificar a tolerância irá depender das características da espécie, do genótipo e principalmente da forma que o ambiente irá interferir na expressão fenotípica (Medeiros et al. 2012).

O desenvolvimento de genótipos tolerantes à salinidade é um desafio para a maioria das espécies, devido ao baixo pool gênico da maioria das culturas exploradas pela humanidade, porém algumas espécies, como o melão, apresentam grande variabilidade na base genética, apresentando cultivares tolerantes à salinidade, como a cultivar BG 84-3, desenvolvida em Israel, em 1990, utilizando o método de seleção natural de ecótipo (Fritsche Neto e Borém 2011).

No Brasil, não há relato de cultivares desenvolvidas com tolerância à salinidade, as poucas que apresentam tolerância foram desenvolvidas com outros objetivos, dessa forma, devido à grande área agrícola salinizada e à disponibilidade de água salina para os cultivos, faz-se necessário desenvolver cultivares mais tolerantes, para continuar produzindo em regiões com essas características (Gheyi et al. 2016).

A baixa oferta de cultivares tolerantes à salinidade no mercado brasileiro ocorre devido à dinâmica de produção de novas cultivares, que precisa desenvolvê-las com o menor tempo possível e devido à natureza da característica esse tempo normalmente é longo, tendo em vista que à salinidade é um fator altamente influenciado pelo efeito ambiental, por ser uma característica governada por muitos genes, portanto quantitativa, o desenvolvimento de genótipos tolerantes à salinidade necessita da utilização de técnicas eficientes para identificação de genótipos superiores (Squilassi 2003).

## 1.5. FENÔMICA

Nos últimos anos o melhoramento ganhou ferramentas que aumentam a eficiência no desenvolvimento de novas cultivares, dentre essas pode-se citar a genotipagem por meio do mapeamento genético e dos marcadores moleculares, gerando uma infinidade de informações genéticas, porém, mesmo com o avanço exponencial desse ramo da ciência ocorre uma enorme necessidade de dados fenotípicos de alta qualidade, então a fenômica passou a ser inserida nesse contexto, buscando fortalecer os esforços dos modelos de seleção genômica, mas também para a própria seleção fenotípica direta (Tuberosa 2012).

O fenótipo de qualquer indivíduo é o resultado da interação de sua constituição genética com o ambiente, dessa forma, mesmo de posse de informações específicas do genoma, sua expressão será influenciada pelo ambiente, assim a fenotipagem surge como uma ferramenta que preenche uma lacuna tornando o processo de seleção mais eficiente, devido à menor possibilidade de erros de campo e, principalmente, a praticidade de execução das avaliações em campo (Fritsche Neto e Borém 2015).

Essa ferramenta é baseada em uma visão computacional e análise de imagens, que permite a caracterização em larga escala de fenótipos, possibilitando ganho de tempo e, principalmente, recursos durante as etapas do processo de melhoramento genético (Santos e Yassitepe 2014). As técnicas utilizadas na fenotipagem de alto rendimento (HTP – do inglês *High Throughput Phenotyping*) de próxima geração de plantas são a espectrometria, termografia, tomografia, fluorescência, discriminação por isótopos e imagens digitais, sendo esses métodos não destrutivos para a obtenção de dados, permitindo a coleta de dados em diversos estágios do desenvolvimento e crescimento da planta (Fiorani e Schurr 2013). Segundo

Fritsche Neto e Borém (2015), a fenômica tem sido utilizada no melhoramento genético de plantas principalmente no estudo de aspectos radiculares, fenômica de sementes, caracteres agronômicos em campo, resistência a doenças, tolerância a estresses abióticos, parâmetros fotossintéticos, entre outras.

Agronomicamente, as características fenotípicas de importância para análise por meio da fenotipagem de alta precisão tendem a ser da parte aérea, podendo discriminar a capacidade de determinadas plantas capturarem os recursos naturais e usá-los de forma eficiente. Podem ser avaliadas a temperatura da parte aérea, área foliar, índice normalizado de vegetação, intensidade da clorofila, entre outras. Essas são correlacionadas com características agronômicas de campo, como eficiência do uso da água, biomassa, índice de colheita, índice de doença, entre outras (Araus e Cairns 2014).

A HTP por meio de imagens permite facilmente distinguir plantas utilizando a radiação passiva (radiação emitida pelo sol), pois cada planta apresentará diferentes espectros magnéticos do infravermelho próximo visível (VIS-NIR), dessa forma é possível distinguir atributos específicos a partir do processamento de dados obtidos por meio do sensoriamento remoto, utilizando câmeras multiespectrais acopladas a drones, direcionando assim a visão do melhorista para plantas potencialmente superiores para a característica em estudo (Araus et al. 2008).

Outras técnicas de HTP de grande importância é a fenotipagem de parâmetro fotossintéticos, podendo ser utilizados os métodos: estimacão do conteúdo de clorofila foliar (clorofilômetros), emissão de fluorescência da clorofila *a*, análise de gases por radiação infravermelha e composicão isotópica de carbono. A maior parte desses métodos pode ser estimados utilizando o IRGA (do inglês *Infra-Red Gas Analyzer*), essa técnica possibilita a análise de atributos como a reflectância, trocas gasosas internas e com o ambiente, comportamento dos estômatos entre outros (Fritsche Neto et al. 2014).

Na literatura constam alguns trabalhos com a cultura do meloeiro, como por exemplo, o desenvolvido por Stepansky et al. (1999) no qual realizou uma classificacão interespecífica de melão com uma visão fenotípica e molecular; Yoshioka e Fukino (2010) realizaram a fenotipagem baseada em análise de imagens para avaliacaão da coloracaão de frutos de melão e concluíram que é uma técnica efetiva e que pode ser utilizada por programas de melhoramento; Roig et al. (2008) realizaram a fenotipagem em raízes, em resposta a um complexo de doenças,



além de outros trabalhos para identificação de doenças em nabo, tomate, beterraba açucareira, pimenta, arroz, trigo, citrus, algodão, maçã, entre outras espécies (Singh et al. 2016).

Fatores abióticos como estresse hídrico e salino já foram estudados em algumas espécies, como milho, *Arabidopsis*, trigo, flores tropicais, espinafre, tomate e cevada. Para todas essas espécies a fenotipagem foi utilizada para realizar a predição de informações referentes a características de difícil mensuração devido à grande quantidade de interações que ocorrem em uma planta sob com estresse (Lugan et al. 2009, Masuka et al. 2012, Singh et al. 2016).

Segundo Fritsche Neto et al. (2014), um dos principais desafios do sistema de fenotipagem de alto rendimento a campo, em comparação com a fenotipagem em ambientes controlados, é o fato de que os primeiros exigem que as tecnologias a serem usadas sejam adequadas para condições heterogêneas de coleta de dados presentes em campo, baratas, de alto rendimento e minimizem os erros experimentais, então para isso se faz necessário um trabalho sólido de base, visando fornecer informações concretas para aplicação direta em campo na seleção de genótipos superiores.

## 1.6. REFERÊNCIAS

Araújo JLP e Araújo EP (2007). **Análise dos custos de produção e rentabilidade de melão produzido na região do submédio São Francisco**. Ainfo: Biblioteca digital EMBRAPA.

Araus J, Slafer, G, Royo C e Serret M (2008). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. **Crit. Revista Plants Science 27**: 377-412.

Araus JL e Cairns JE (2014). Field high-throughput phenotyping: the new crop breeding frontier. **Trends Plant Science 19**: 52-61.

Akashi Y, Fukuda N, Wako T, Masuda M, Kato K (2002) Genetic variation and phylogenetic relationships in East and South Asian melons, *Cucumis melo* L., based analysis of five isozymes. **Euphytica 125**: 385-396.

Alencar DR, Porto Filho, FQ, Medeiros, JF, Holanda JS, Porto VCN (2003). Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 7**: 221-226.

CARVALHO, I.D.E. Respostas agronômicas e ecofisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade para desenvolvimento de estratégias de seleção

Bueno LC, Mendes ANG, Carvalho SP (2006) **Melhoramento Genético de Plantas**. Editora UFLA, Lavras, 319p.

Celin EF, Pastori PL, Nunes GHS, Aragão, FAZ (2014). A olericultura na Amazônia legal: Perspectivas e desafios. **Agronegócio brasileiro do melão na última década**. CBO, Palmas.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia (2018). **Hortifruti: Anuário 2017-2018**. Editora CEPEA. 1p.

FAO – Organização das nações Unidas (2018). **FAOSTAT**. Available at <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Accessed on December 23, 2018.

Ferreira PV (2006) **Melhoramento de plantas: princípios e perspectivas**. Edufal, Maceió, 1p.

Fiorani F e Schurr U (2013). Future for plant phenotyping. **Annual Review of Plant Biology** **64**: 267-291.

Fontes PCR e Puiatti M (2005). Cultura do melão. In: FONTES PCR **Olericultura: Teoria e prática**. UFV. Viçosa p. 407-428.

Freitas LDA, Figueiredo VB, Porto Filho FQ, Costa JC e Cunha EM (2014). Crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** **18**: 520-526.

Fritsche Neto R e Borém A (2011). **Melhoramento de plantas para condições de estresse abiótico**. Suprema, Visconde do Rio Branco, 250 p.

Fritsche Neto R e Borém A (2014). **Omics in plant breeding**. John Wiley & Sons, Iowa, 127 p.

Fritsche Neto R e Borém A (2015). **Fenômica: como a fenotipagem de próxima geração está revolucionando o melhoramento de plantas**. Editora UFV, Viçosa, 216p.

Gheyi, HR (2000). Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: Oliveira TS, Assis RN, Romero RE e Silva JRC (eds). **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. DCS/UFC, Fortaleza, p.329-346.

Gheyi HR, Dias NS, Lacerda CF, Gomes Filho E (2016). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTsal, Fortaleza 504 p.

CARVALHO, I.D.E. Respostas agronômicas e ecofisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade para desenvolvimento de estratégias de seleção

Hasanuzzaman M, Nahar K, Alam MM, Roychowdhury R and Fujita M (2013). Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. **International Journal of Molecular Sciences**: 14: 9643-9684.

Jefrey C (1980) A review of the curcubitaceae. **Botanic Journal Linneus Society** **81**: 233-247.

Joly AB (1993). **Botânica: Introdução a taxonomia vegetal**. Editora nacional, São Paulo, 776p.

Lima Júnior e Silva (2010). Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Biosfera** **6**: 1-21.

Lugan R, Niogret MF, Kervazo L, Larher FR, Kopka J e Bouchereau A (2009). Metabolome and water status phenotyping of Arabidopsis under abiotic stress cues reveals new insight into ESK1 function. **Wiley Online Library** **32**: 95-108.

Pedrosa JF (1997). **Cultura do melão**. Mossoró: ESAM 51p.

Pitrat M (2008) Melon. In Prohens J e Nuez F (ed) **Handbook of plant breeding**. Springer, New York, p. 283-315.

Queiroz MA (2004) Germplasm of Curcubitaceae in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** **4**: 377-383.

Masuka B, Araus JL, Das B, Sonder K e Cairns JE (2012). Phenotyping for abiotic stress tolerance in maize. **Wiley Online Library** **54**: 238-249.

Mathew SM, Gopalakrishnan PK e Peter KV (1986) Compatibility among *Cucumis melo* varieties inodorus, conomon, flexuosus, momordica and utilissimus. **Cucurbit Genetics Cooperative Report** **9**: 78-80.

MDICE Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2013). **Enfoque Econômico: Evolução das exportações cearenses de melões**. Editora IPECE, 1p.

Medeiros DC, Medeiros JF, Barbosa MAG, Queiroga RC, Oliveira F, Freitas WES (2012). Crescimento do melão Pele de Sapo, em níveis de salinidade e estágio de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** **16**: 647-654.

Menezes JB, Gomes Júnior J, Araújo Neto SE e Simões NA (2001). Armazenamento de dois genótipos de melão amarelos sob condições ambiente **Horticultura Brasileira** **19**: 42-49.

Moura MSB, Galvêncio JD, Brito, LTL, Souza LSB, Sá IIS e Silva TGF (2007). Clima e água de chuva no semiárido. In: Brito LTL, Moura MSB e Gama GFB. **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. Embrapa Semiárido, Petrolina, 181p.

Munns R, Husain S, Rivelli AR, Richard AJ, Condon AG, Megan PL Evans SL, Schachtman DP e Hare RA (2002). Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil** **247**: 93-105.

Nerson J e Paris HS (1984). Effects of salinity on germination, seedling growth, and yield of melons. **Irrigation Science** **5**: 265-273.

Nick C e Borém A (2016). **Melhoramento de Hortaliças**. Editora UFV, Viçosa, 464p.

Roig C, Picó B, Fita A, Nuez F e Pitrat M (2008). Phenotyping root response to complex diseases: the *Monosporascus* root tor/vine decline of melons. **Digital documents Archive in agronomy Science** **1**:423-428.

Santos CE (2015) **Anuário Brasileiro de Hortaliças**. Editora Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul, 68p.

Santos TT e Yassitepe (2014). Fenotipagem de plantas em larga escala. In: Massruhá, SMFS, Leite MAA, Luchiari Júnior A e Romani LAS. **Tecnologia da informação e comunicação e suas relações com a agricultura**. Embrapa, Brasília, 411p.

SARA – Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária (2012). **Melão muda a economia da pequena Inajá**. Governo de Pernambuco. Imprensa.

Schossler TR, Machado DM, Zuffo AM, Andrade FR e Piauilino AC (2012). Salinidade: Efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera** **8**: 1-16.

Silva JLA, Alves, SSV, Nascimento IB, Silva MVT, Medeiros JF (2011). Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. **Agropecuária Científica no Semiárido**: **7**: 26-31.

Silveira JAG, Silva LFS, Silva EN e Viégas RA (2016). Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In Gheyi HR, Dias NS, Lacerda CF e Gomes Filho. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados** (2ed). INCTSal, Fortaleza, p. 151 - 162.

Singh A, Geanapathysubramanian B, Singh AK e Sarkar S (2016). Machine learning for high throughput stress phenotyping in plants. **Trends in plant science** **21**: 110-124.

Solmaz I, Sari N, Dasgan Y, Aktas H, Yetisir H, Unlu H (2011). The effect of salinity on stomata and leaf characteristics of dihaploid melon lines and their hybrids. **Journal of Food, Agriculture e Environment** **9**: 172-176.

Soares TM, Silva EFF, Duate SN, Melo RF, Jorge, CA, Silva, BEM (2007). Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Revista Irriga** **6**: 235-248.

Squilassi MG (2003). **Interação de genótipos com ambientes**. Embrapa Tabuleiros Costeiros CPATC, Sergipe, 47p.

Stenpansky A, Kovalski I e Perl-Treves R (1999). Intraspecific classification of melons (*Cucumis melo* L.) in view of their phenotypic and molecular variation. **Plant Systematic & Evolution** **217**: 313-333.

Taiz L e Zeiger E (2013). **Fisiologia vegetal**. Editora Artmed, Porto Alegre, 918p.

Toppa EVB e Brambilla WP (2011). O melhoramento de plantas e à salinidade dos solos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** **6**: 21-25.

Tuberosa R (2012). Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. **Frontiers in Physiology** **3**: 347-392.

Willadino L e Camara TR (2010). Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera** **6**: 1-23.

Yosuke Y e Fukino N (2010). Image-based phenotyping: use of colour signature in evaluation of melon fruit colour. **Euphytica** **171**: 409-414.

## **CAPÍTULO II**

### **CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E FISIOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE MELÃO SUBMETIDOS À SALINIDADE EM SISTEMA HIDROPÔNICO**

## CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E FISIOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO SUBMETIDOS À SALINIDADE EM SISTEMA HIDROPÔNICO

### RESUMO

O meloeiro é uma espécie de grande importância econômica para a produção agrícola do Nordeste brasileiro, porém essa região apresenta características edafoclimáticas que promovem o acúmulo de sais no solo, acarretando uma série de distúrbios bioquímicos e fisiológicos. Visando minimizar esse problema, a melhor opção é a utilização de cultivares tolerantes à salinidade. Uma das principais etapas para o desenvolvimento de cultivares tolerante é a identificação e caracterização de genótipos que possam ser utilizados como fonte de genes. A expressão da tolerância à salinidade depende da constituição genética do genótipo com a adaptação do mesmo ao ambiente, incluindo o sistema de cultivo, como a hidroponia, que apresenta algumas vantagens em comparação com outros sistemas. O objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização agronômica e fisiológico de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade em sistema hidropônico. A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal Rural de Pernambuco, entre os meses de setembro e novembro de 2017. O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, em que foram avaliados 12 genótipos, sendo sete acessos de melão caxi (*Cucumis melo* var. *momordica*) e cinco cultivares comerciais: SF 10/00, Al Mel, Gladial, Torreon e Sancho. Esses genótipos foram submetidos à condutividade elétrica de  $6,5 \text{ dS.m}^{-1}$  fornecida por meio da solução nutritiva. Foram avaliadas características de crescimento, floração, características de frutos, produtividade e características fisiológicas. As análises estatísticas realizadas foram análise de variância, teste de agrupamento de Skott Knott a 5% de probabilidade e correlações canônicas. Para a produtividade e peso médio de frutos houve a formação de três grupos, o grupo de maior produtividade foi formado pelos genótipos A1, A6, A8, A14, A16, A18, SF10/00, Gladial e Sancho, com média de  $2,56 \text{ kg.planta}^{-1}$ . O grupo intermediário foi formado pelos genótipos A4 e AL Mel, com média de  $2,24 \text{ kg.planta}^{-1}$ . O genótipo Torreon ( $1,89 \text{ kg.planta}^{-1}$ ) foi o representante do grupo de menor produtividade. Os genótipos A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro, A18 Santa Tereza do Oeste, SF 10/00, Gladial e Sancho apresentaram as maiores produtividades em sistema hidropônico com uso de água salina na solução nutritiva. As características fisiológicas não apresentaram diferença significativa entre os genótipos submetidos à salinidade. A produtividade, percentual de matéria seca da parte aérea, altura da planta, início da floração feminina e número de flores masculina aos 40 dias e femininas aos 45 dias podem ser utilizados na escolha de genótipos de meloeiro tolerantes à salinidade.

**Palavras Chaves:** *Cucumis melo* L., *Cucumis melo* var. *momordica*, condutividade elétrica.

## AGRONOMIC AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MELOEIRO GENOTYPES SUBMITTED TO SALINITY IN HIDROPONIC SYSTEM

### ABSTRACT

Melon is a species of great economic importance in the Brazilian Northeast agricultural production, but this region presents soil and climatic characteristics that promote the accumulation of salts in the soil, leading to a series of biochemical and physiological disturbances. The best option to minimize this problem is to use of salinity tolerant cultivars. Among the main steps for the development of tolerant cultivars are to identify and characterize of genotypes that might be used as a source of genes. The expression of salinity tolerance depends out of the genetic constitution of the genotype with its adaptation to the environment, including the cultivate system, such as hydroponics, which presents some advantages in comparison with other systems. The research was conducted at the Federal Rural University of Pernambuco between September and November 2017. The experiment was carried out in a complete randomized block design, with four replicates, 12 genotypes were evaluated, being seven accesses of cucumber melon (*Cucumis melo* var *momordica*) and five cultivars (SF 10/00, Al Mel, Gladial, Torreon and Sancho). These genotypes were submitted for electrical conductivity of 6,5 dS.m<sup>-1</sup> supplied through the nutrient solution. Characteristics associated with growth, flowering, fruit, physiology and productivity were evaluated. The analysis of variance, Skott Knott clustering test (P<0.05) and canonical correlations were performed by Genes statistical software. For the productivity and average weight of fruits there were the formation of three groups. Highest productivity group was formed by A1, A6, A8, A14, A16, A18, SF10/00, Gladial and Sancho genotypes, with an average of 2.56 kg.plant<sup>-1</sup>. The intermediate group was formed by A4 and AL Mel genotypes, with a mean of 2.24 kg.plant<sup>-1</sup>. Torreon genotype (1.89 kg.plant<sup>-1</sup>) presented the lower productivity. The acceses A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro, A18 Santa Tereza do Oeste and the cultivars SF 10/00, Gladial and Sancho presented the highest yields in hydroponic system with use saline solution. The physiological characteristics didn't present a significant difference between the genotypes submitted to salinity. The variables productivity, dry matter percentage, plant height, female flowering start, number of male flowers at 40 days and female at 45 days might be used in the selection of salinity tolerant melon genotypes.

**Keywords:** *Cucumis melo* L., *Cucumis melo* var. *momordica*, Electric conductivity.



## INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo L.*) é uma espécie pertencente à família das Cucurbitaceae. Essa espécie possui centros de diversificação em todos os continentes, de modo que cada região desenvolveu seus programas de melhoramento com objetivos e bases genéticas diferentes, com isso, as cultivares utilizadas no mundo apresentam alta variabilidade fenotípica, em função disso a espécie é atualmente subdividida em sete grupos botânicos e esses são subdivididos em 15 variedades botânicas (Nick e Borém 2016).

No território brasileiro é possível encontrar todas as variedades botânicas comerciais do meloeiro, sejam em cultivos ou na natureza, no estado aclimatado. Um dos grupos botânicos que melhor se adaptou às diversas regiões brasileiras foi o *Cucumis melo* var. momordica, conhecido popularmente como melão caxi, melão xixi, melão de neve, melão papoco, meloite, entre outras denominações. Essa variedade botânica apresenta características de rusticidade quanto a fatores bióticos e abióticos (Dhillon et al. 2009, Fergany et al. 2011).

Na principal região produtora do melão no Brasil, o semiárido, apresenta alguns problemas abióticos, como o estresse hídrico e salino, que comprometem consideravelmente a produtividade (Castro e Santos 2015). A salinidade é um fator que tem se agravado ao longo dos anos, devido às próprias condições edafoclimáticas da região, ao uso de água salina ou salobra na irrigação, além da própria exigência nutricional do meloeiro que requer alto fornecimento de fertilizantes (Wang et al. 2009).

Algumas alternativas de manejos podem ser utilizadas para cultivos em ambiente salino, no entanto apresentam custos elevados e na maior parte dos casos são inviáveis. Em função disso, a melhor alternativa para solucionar o problema da salinidade é a utilização de cultivares tolerantes, e que para isso se faz necessário identificar genótipos que possuam potencial para serem fornecedores de genes que confirmem a tolerância à salinidade, agregado, também, a um sistema de manejo que potencialize a tolerância (Pedrotti et al. 2015).

Na maior parte da região Nordeste, as fontes de água apresentam elevadas concentrações de sais, com cerca de 0,70 dS.m<sup>-1</sup> em rios e açudes, e 1,05 dS.m<sup>-1</sup> em poços, o que contribui para a degradação dos solos quando utilizado na agricultura, necessitando de alternativas para seu uso (Sampaio et al. 2005). Nos cultivos hidropônicos as plantas tendem a tolerar ao estresse a maiores níveis de salinidade em comparação com as plantas cultivadas no solo, isso ocorre

devido à diminuição do potencial matricial em comparação com cultivos em solos, sendo basicamente no caso da hidroponia o potencial hídrico da influenciado pelo potencial iônico (Carvalho et al. 2017). Métodos de manejo como a hidroponia apresentam menores danos as plantas sob efeito salino, estando esse sistema aliado a genótipos tolerantes os resultados podem ser melhores. Dessa forma, a identificação e caracterização de genótipos tolerantes à salinidade é necessária para que possam ser desenvolvidas novas cultivares que suportem níveis ainda maiores de sal no sistema solo-água-planta-atmosfera.

O objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização agronômica e fisiológico de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade em sistema hidropônico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Departamento de Agronomia, área de Fitotecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife - PE, cujas coordenadas geográficas são de 8°02'68" de latitude Sul e 34°56'61" de longitude Oeste, com 6 m de altitude. A pesquisa ocorreu entre setembro e novembro de 2017. As temperaturas e umidades durante o período foram mensuradas por meio de um termo-higrômetro digital ICEL Manaus modelo HT-208, estando os dados coletados estão presentes no Gráfico 1.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, em que foram avaliados 12 genótipos, sendo sete acessos de melão caxi (*Cucumis melo* var *momordica*) A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro e A18 Santa Tereza do Oeste, e cinco cultivares comerciais: SF 10/00, Al Mel, Gladial, Torreon e Sancho. Esses genótipos foram submetidos à condutividade elétrica de 6,5 dS.m<sup>-1</sup> fornecida por meio da solução nutritiva. A condutividade elétrica foi determinada em função dos resultados obtidos por Carvalho et al. (2017).

A primeira etapa da pesquisa foi a produção de mudas, iniciada com a semeadura em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, e acondicionadas em bancada hidropônica, em casa de vegetação, utilizando solução nutritiva para fase vegetativa. Na sequência foi realizado o transplante para vasos com volume de 5 L, contendo pó de coco lavado.

A solução nutritiva fornecida na fase vegetativa apresentou a seguinte formulação para volume de 2000 L: Nitrato de Potássio – 1100 g; Nitrato de Cálcio – 1767 g; MKP – 440 g; Sulfato de Magnésio – 900 g; Quelatec – 51 g; Ultraferro – 51 g e Ácido Bórico – 133 ml (3,3g). Na fase de floração e frutificação a solução nutritiva fornecida apresentava a seguinte constituição para volume de 2000 L: Nitrato de Potássio – 1050 g; Nitrato de Cálcio – 1500 g; MKP – 500 g; Sulfato de Magnésio – 950 g; Sulfato de Potássio – 300 g; Cloreto de Potássio – 450 g; Quelatec – 60 g; Ultraferro – 60 g; Ácido Bórico – 170 ml (4,25 g). Nas duas formulações o pH foi mantido em 6,0 e a condutividade elétrica de 2,0 dSm<sup>-1</sup>, elevada para 6,5 dS.m<sup>-1</sup> adicionando Cloreto de Sódio (Na Cl).

Após o transplante, as plantas foram conduzidas em sistema de tutoramento vertical com auxílio de podas de condução. Essas podas foram realizadas com a eliminação do ápice do ramo primário após apresentar três folhas, para forçar o desenvolvimento de ramos secundários, foram mantidos dois ramos secundários por planta. Os ramos terciários foram eliminados até a oitava folha do ramo secundário, a partir daí foram mantidos os ramos secundários livres. Foi utilizada uma rede para suporte dos frutos.

O controle de insetos foi realizado com aplicações quinzenais de bt Dipel<sup>®</sup> (*Bacillus thuringiensis*, var. kurstaki, linhagem HD-1), na concentração de 1g/L de água. O controle de fungos foi realizado com três aplicações respectivas de Score<sup>®</sup>, Amistar<sup>®</sup> e Cercobin<sup>®</sup> seguindo as recomendações de cada produto para a cultura.

Aos 40 DAT foram mensuradas as trocas gasosas na oitava folha contada a partir do ápice, medidas com analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro+, com fonte de luz passiva, entre 11:30 e 12:30 h. Nesse período de avaliações a temperatura do ar foi de 30,8°C, e umidade relativa do ar de 65%. As variáveis analisadas foram: concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>), expressa em μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>, condutância estomática (Cond) em mol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>, transpiração (Tr), em mmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>, taxa fotossintética (TF) em μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>, a partir desses dados calculou-se a eficiência intrínseca no uso da água (EIUA) pela razão entre TF e Tr, (EIUA=TF/Tr) expressa em [μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>][mmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>]<sup>-1</sup>, eficiência instantânea da carboxilação (EIC<sub>i</sub>) dividindo-se TF por C<sub>i</sub> (EIC<sub>i</sub>) e expressa em [mmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>][ μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>]<sup>-1</sup>, concentração de CO<sub>2</sub> na amostra (C<sub>a</sub>) expressa em (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>, concentração de H<sub>2</sub>O da amostra (H<sub>2</sub>O), expressa em (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>, e relação entre concentração de CO<sub>2</sub> na amostra e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (C<sub>a</sub>/C<sub>i</sub>).

As características avaliadas foram altura de plantas (AP), número de folhas (NF), início da floração masculina (IFM), início da floração feminina (IFF), número de flores masculinas aos 40 dias (NFM40), número de flores masculinas aos 50 dias (NFM50), número de flores femininas aos 45 dias (NFF45), número de flores femininas aos 50 dias (NFF50) e percentual de matéria seca (MS%). A colheita foi realizada entre os 67 e 69 DAT. As características avaliadas foram, comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF), relação C/L, espessura da polpa (EP) e produtividade (PR).

Foram realizadas análises de variância, teste de agrupamento de Skott Knott a 5% de probabilidade e correlações canônicas. Essas análises foram realizadas com o software Genes (Cruz 2006a, Cruz 2006b).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste F todas as características agronômicas estudadas apresentaram significância a 1% de probabilidade demonstrando que existe grande variabilidade entre os genótipos avaliados submetidos à salinidade. Para as características fisiológicas não houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre os genótipos submetidos à salinidade.

As características TF, Cond, Ci, Tr, Temp, EIUA, EICI, Ca, H<sub>2</sub>O e relação Ci/Ca não formaram grupos, apresentaram médias respectivas de 10,24  $\mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ; 0,31  $\text{mol (H}_2\text{O)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ; 296,55  $\mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ; 6,21  $\mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ; 34,35 °C; 1,73  $\mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ][ $\text{mmol (H}_2\text{O)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ]<sup>-1</sup>; 0,034 [ $\text{mmol (H}_2\text{O)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ][ $\mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ]<sup>-1</sup>; 375,89  $\mu\text{mol(CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ; 30,89  $\mu\text{mol (H}_2\text{O)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ; 0,79 (Tabela 1). Fisiologicamente essa semelhança encontrada entre os genótipos é provavelmente devido às condições de cultivo, pois mesmo estando submetidos as elevadas concentrações salinas, o estresse não foi potencializado negativamente em função do baixo potencial matricial do pó de coco, propiciando a aclimação das plantas ao estresse, além do meloeiro ser considerado moderadamente tolerante à salinidade (Morais et al. 2018, Yan et al. 2013).

De acordo com o agrupamento de Skott Knott a 5% de probabilidade pode-se concluir (Tabela 2): Para a altura de plantas houve a formação de dois grupos, o grupo de maior altura foi formado pelos genótipos A1, A4, A6, A8, A14, A16, Gladial, Sancho e AL Mel,

apresentando média de 2,36 m, o grupo de menor altura teve média de 1,70 m. Para o número de folhas também houve a formação de dois grupo, o grupo que apresentou maior NF foi formado pelos genótipos A1, A4, A6, A8 e A18, com média de 62,89 folhas, o grupo com menor número de folhas teve média de 46,49 folhas.

Para o percentual de matéria seca da parte aérea houve a formação de três grupos, o grupo que apresentou maior percentual foi formado pelos genótipos A1, A4, A6, A8, A14, A16, Gladial e Sancho, com média de 56,35%. O grupo intermediário foi formado pelos genótipos A18, SF10/00 e AL Mel, com média de 51,57%. O genótipo Torreon foi o único representante do grupo com menor percentual de matéria seca, com média de 46,33%.

As características relativas ao crescimento são influenciadas pela salinidade, a depender da resposta de cada cultivar algumas podem aumentar suas taxas de crescimento em determinado estágio fenológico como também podem apresentar redução, características como altura, e número de folhas são determinadas pelas características genéticas de cada genótipo, plantas que apresentam maior crescimento tendem a apresentar maior número de folhas e maior percentual de matéria seca, ou seja, tendem a apresentar maior tolerância ao estresse salino por apresentarem maior volume, conseqüentemente possuem mais tecidos para distribuição dos sais, reduzem os efeitos do estresse salino (Gurgel et al. 2010).

Os genótipos A1, A4, A8, A14, A16, A18, SF10/00 e AL Mel formaram o grupo que apresentou menor tempo para o início da floração masculina, com médias de 28,58 dias. Para o início da floração feminina não houve diferença significativa entre os genótipos, com média de 41,27 dias.

O número de flores masculinas aos 40 e 50 dias formaram dois grupos, aos 40 dias o grupo com maior número de flores foi formado pelos genótipos A1, A4, A6, A8, A14, A16 e A18, com média de 38,28 flores por planta. Aos 50 dias os genótipos A1, A4, A14, A16 e A18 e Sancho formaram o grupo de maior número de flores, com média de 67,67 flores por planta.

O número de flores femininas ao 45 e 50 dias formaram dois grupos, aos 45 dias o grupo que apresentou maior número de flores foi composto pelos genótipos A1, A4, A6, A8, A14, A16 e A18, com média de 2,40 flores. Aos 50 dias os genótipos A1, A4, A6, A8, A16, A18, Gladial, Sancho e AL Mel formaram o grupo de maior número de flores, com média de 3,87 flores.

O início e desenvolvimento da floração são características altamente influenciadas pela salinidade, pois o desbalanço hídrico, osmótico, nutricional e fisiológico das plantas provoca alterações na fase vegetativa, mas principalmente na fase reprodutiva. Nessa fase as plantas precisam do máximo de energia para produzirem flores com pólen viável e ovário apto a ser desenvolvido após fertilização. Quanto maior o número de flores maior a possibilidade de ocorrência da polinização, assim como, quanto menor o tempo para o início da floração a tendência é que o fruto se desenvolva mais rápido, promovendo menores danos a planta causado pelo estresse salino, ou seja, plantas que chegam a fase reprodutiva precocemente tendem a apresentar maior tendência a serem tolerantes (Dias et al. 2011, Terceiro Neto et al. 2012).

Para o comprimento do fruto houve a formação de quatro grupos, o grupo de maior comprimento foi formado pelos genótipos A4, A6, A8, A14, A16 e A18, com média de 28,99 cm. O segundo grupo de maior comprimento foi formado pelos genótipos A1 e Sancho, com média de 24,95 cm. O terceiro grupo foi formado pelos genótipos SF10/00 e Gladial, com média de 19,61 cm. O grupo de menor comprimento foi formado pelos genótipos Torreón e AL Mel, com média de 15,54 cm.

A largura dos frutos propiciou a formação de três grupos, o grupo com maior largura foi formado pelos genótipos SF10/00 e Gladial, com média de 15,30 cm. O grupo intermediário foi formado pelos genótipos Gladial, Torreón e AL Mel, com média de 13,86 cm. O grupo de menor largura foi formado pelos genótipos A1, A4, A6, A8, A14, A16 e A18, com média de 9,1 cm.

A relação C/L apresentou a formação de quatro grupos, o genótipo A6 (3,40) apresentou maior relação. Os genótipos A1, A4, A8, A14, A16 e A18 formaram o grupo de segunda maior relação C/L. Os genótipos SF10/00, Gladial e Sancho formaram o grupo de terceira maior relação e os genótipos Torreón e AL Mel formaram o grupo de menor relação.

A forma dos frutos é uma característica normalmente pouco influenciadas pelas condições ambientais, são determinadas pela constituição genética do indivíduo. Os genótipos comerciais apresentam formatos mais próximos de 1 na relação C/L, os genótipos do grupo momordica apresentam formato alongados, próximo de 3 na relação C/L (Menezes et al. 2010).

A espessura da polpa propiciou a formação de três grupos, o grupo de maior espessura foi formado pelos genótipos SF10/00 e Gladial, com média de 3,79 cm. O grupo intermediário

foi formado pelos genótipos Sancho, Torreon e AL Mel, com média de 3,38 cm. O grupo de menor espessura foi formado pelos genótipos A1, A4, A6, A8, A14, A16 e A18, com média de 2,37 cm.

A espessura da polpa está relacionada com a capacidade do genótipo de produzir fotoassimilados e consequentemente armazená-los nos frutos, ou seja, à salinidade é um fator que influencia diretamente a espessura da polpa, com isso torna-se uma característica de interesse na seleção de genótipos superiores quanto à tolerância à salinidade, além do que frutos com polpa espessa são preferíveis no mercado consumidor (Menezes et al. 2010, Nascimento Neto et al. 2012). Segundo Dias et al. (2011) condutividades elétricas acima de 1,1 dS.m<sup>-1</sup> causam redução na espessura da polpa.

Para a produtividade e peso médio de frutos houve a formação de três grupos, o grupo de maior produtividade foi formado pelos genótipos A1, A6, A8, A14, A16, A18, SF10/00, Gladial e Sancho, com média de 2,56 kg.planta<sup>-1</sup>. O grupo intermediário foi formado pelos genótipos A4 e AL Mel, com média de 2,24 kg.planta<sup>-1</sup>. O genótipo Torreon (1,89 kg.planta<sup>-1</sup>) foi o representante do grupo de menor produtividade.

Esses acessos de melão caxi em condições hidrônicas sem excesso de sais apresentaram produtividade média de 3 kg.planta<sup>-1</sup>, na pesquisa desenvolvida por Valadares et al. (2019), apresentando perda de produtividade de 14,66%. A cultivar SF 10/00, em cultivo em solo sem excesso de sais, apresentou na pesquisa desenvolvida por Braga et al. (2016) produtividade de 3,2 kg.planta<sup>-1</sup>, apresentando redução de 20% na comparação entre as pesquisas. A cultivar Sancho na pesquisa desenvolvida por Terceiro Neto et al. (2013) em apresentou produtividade de 2,31 kg.planta<sup>-1</sup> em condições ideais de cultivo, apresentando redução na produtividade de 9,76% em comparação com a pesquisa atual. A cultivar Gladial apresentou média de 2,75 kg.planta<sup>-1</sup> na pesquisa desenvolvida por Pereira et al. (2017) em estudo de cobertura de solo em ambiente com salinidade normal, apresentando média superior de cerca de 7% em comparação com a presente pesquisa. O genótipo Al Mel e Torreon apresentaram nos trabalhos desenvolvidos por Carvalho et al. (2014) e Moraes et al. (2010 respectivamente), em condições ideais de solo, apresentaram médias de produtividade inferiores as encontradas nesse trabalho, em cerca de 2,038 e 2,042 kg.planta<sup>-1</sup>, redução de 6,88 e 7,05% respectivamente.

A produtividade é a característica de maior interesse em qualquer espécie agrícola. Para o meloeiro, tem-se como padrão de produtividade baseados nas exigências do mercado

internacional, que apresenta preferência de frutos com peso acima de 1 kg a depender da cultivar (Menezes et al. 2010). Para atingir maiores produtividades que tornam o produto mais valorizado, os produtores investem em manejo como sistemas de fertirrigação, adubação foliar, raleamento de frutos e principalmente escolha da cultivar que melhor se adapta as condições edafoclimáticas da região (Charlo et al. 2009, Campelo et al. 2014, Dalastra et al. 2015, Dias et al. 2011).

Na Tabela 3 encontram-se as correlações canônicas e os pares canônicos estimados entre componentes primários (grupo I) e secundários (grupo II) dos genótipos de meloeiro submetidos à salinidade, em que as correlações canônicas foram elevadas e significativas a 1% de probabilidade pelo teste do Qui-quadrado. Verifica-se também que os grupos considerados não são independentes e que as associações intergrupos são estabelecidas.

O primeiro par de fatores canônicos com correlação, associa o aumento da produtividade com a diminuição do número de folhas e diminuição de dias para o início da floração feminina, porém esse fator canônico apresentou correlação média, sendo influenciado pelos genótipos do grupo inodorus que normalmente apresentam menor número de folhas em comparação com os genótipos do grupo momordica, porém ambos formaram o grupo de maior produtividade. A diminuição de dias para floração feminina está associada a precocidade do genótipo, então plantas que apresenram início da floração feminina em menor número de dias apresenta menor tempo para a colheita, fazendo com que a planta esteja menos tempo submetida ao excesso de sal.

O segundo par de fatores canônicos, associa o aumento da produtividade e do %MS ao aumento do NFM40, NFF45, CF e C/L. Nesses casos, plantas que apresentaram alto nível floração feminina aos 40 dias e masculina aos 45 dias propiciaram plantas mais produtivas em consequência também do maior acúmulo de massa seca na estrutura da planta, ou seja, plantas que conseguem acumular mais solutos durante a fase vegetativa apresentam maior potencial reprodutivo e em consequência maior produtividade.

O terceiro par de fatores canônicos associa o aumento da altura com o aumento da TF e a diminuição do CO<sub>2</sub>. A altura da planta é dependente da capacidade da mesma em produzir energia, ou seja, realizar fotossíntese e durante o processo o carbono presente nas células tem sua concentração reduzida devido a atuação do aparato fotossintetizante da planta utilizá-los na conversão de energia física e química em orgânica. Características reprodutivas como o início



da floração e o número de flores além da matéria seca da parte aérea podem ser utilizadas para seleção de genótipos mais tolerantes à salinidade.

## CONCLUSÃO

Os genótipos A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro, A18 Santa Tereza do oeste, SF 10/00, Gladial e Sancho apresentaram as maiores produtividades em sistema hidropônico com uso de água salina na solução nutritiva.

As características fisiológicas não apresentaram diferença significativa entre os genótipos submetidos à salinidade.

A produtividade, percentual de matéria seca da parte aérea, altura da planta, início da floração feminina e número de flores masculina aos 40 dias e femininas aos 45 dias podem ser utilizados na escolha de genótipos de meloeiro tolerantes à salinidade.

## REFERÊNCIAS

Braga MB, Marouelli WA, Resende GM, Moura MSB, Costa ND, Calgaro M e Correia JS (2016). Coberturas do solo e uso de manta agrotêxtil (TNT) no cultivo do meloeiro. **Horticultura Brasileira** **35**: 147-153.

Carvalho IDE, Ferreira PV, Costa KDS, França SS e Silva, JP (2014). Seleção massal em uma população de melão resultante da hibridação entre dois grupos botânicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** **9**: 216-221.

Carvalho IDE, Pereira CCA, Mendes AQ, Rocha FAT, Silva FS, Melo RAM, Silva J e Menezes D (2017). Effect of Saline Concentrations in Melon under Different Substrates in Hydroponic System. **Journal of Experimental Agriculture International** **22**: 1-12.

Castro FC e Santos AM (2015). Susceptibilidade ambiental a salinização das terras em municípios da microrregião de Petrolina -Pernambuco -Brasil. **Caminhos de Geografia** **16**: 160-172.

Campelo AR, Azevedo BM, Nascimento Neto, Viana TVA, Pinheiro Neto LG, Lima RH (2014). Manejo da cultura do emão submetida a frequências de irrigação e fertirrigação com nitrogênio. **Revista Horticultura Brasileira 32**: 138-144.

Charlo HCO, Castoldi R, Vargas PF e Braz LT (2009). Cultivo de melão rendilhado em dois e três frutos por planta. **Revista Horticultura Brasileira 27**: 251-255.

Cruz CD (2006a). **Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes**. Viçosa, Editora UFV, 285p.

Cruz CD (2006b). **Programa Genes - Análise multivariada e simulação**. Viçosa, Editora UFV, 175p.

Dalastra GM, Echer MM e Hachmann TL (2015). Desempenho de cultivares de melão, em função do número de frutos por planta. **Journal of Agronomic Science 4**: 26-41.

Dhillon NPS, Singh J, Fergany M, Monforte AJ e Sureja AK (2009). Phenotypic and molecular diversity among landraces of snapmelon (*Cucumis melo* var. *momordica*) adapted to the hot and humid tropics of eastern. **Plant Genetic Resources 7**: 291-300.

Dias NS, Oliveira AM, Souza Neto ON, Blanco FF e Rebolças JRL (2011). Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Brasileira de Fruticultura 33**: 915-921.

Fergany M, Kaur B, Monforte AJ, Pitrat M, Lecoq H, Dhillon NPS, Dhaliwal SS (2011). Variation in melon (*Cucumis melo*) landraces adapted to the humid tropics of Southern India. **Research Article 58**: 225-243.

Gurgel MT, Uyeda CA, Gheyi HR, Oliveira FHT, Fernandes PD e Silva FF (2010). Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 14**: 3-10.

Menezes JB, filgueiras HAC, Alves RE, Maia CE, Andrade GG, Almeida JHS, Viana FMP (2010). **Centro de Informações Tecnológicas e comerciais para Fruticultura Tropical: Arquivos EMBRAPA**. Frutas do Brasil: Melão Pós-Colheita.

Morais ERC, Maia CE, Negreiros MZ e Araújo Júnior BB (2010). Crescimento e produtividade do meloeiro Torreon influenciado pela cobertura do solo. **Acta Scientiarum Agronomy 32**: 301-308.

Morais PLD; Dias NS, Oliveira AM, Sousa Neto ON, Sarmiento JDA, Gonzaga MIS (2018). Effects of nutrient solution on the physiological performance of melon cultivated in coconut fiber. **Revista Caatinga 31**: 713-718.

Nascimento Neto JR, Bomfim GV, Azevedo BM, Viana TVA e Vasconcelos DV (2012). Formas de aplicação de doses de Nitrogênio para o meloeiro amarelo no litoral do Ceará. **Irriga 17**: 364-375.

Nick C e Borém A (2016). **Melhoramento de Hortaliças**. Editora UFV, Viçosa, 464p.

Pedrotti A, Chagas RM, Ramos VC, Pratta APN, Lucas AAT e Santos PB (2015). Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Brasileira de Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental 19**: 1308-1324.

Pereira WB, SOUSA JSC, SANTOS MEP e SIMOES WL (2017). Produção do melão amarelo submetido a distintos sistemas de irrigação e mulching em Petrolina-PE. **Artigo em anais de congresso: (CPATSA): INOVAGRI**: 1-10.

Sampaio EVSB, Araújo MSB, Sampaio YSB (2005). Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. **Texto apresentado como palestra no XXX Congresso Brasileiro de Ciências do Solo**. Recife, 90 p.

Terceiro Neto CPC, Medeiros JF, Gheyi HR, Dias NS, Oliveira FRA e Lima K (2012). Acúmulo de matéria seca e nutrientes no meloeiro irrigado sob estratégias de manejo da salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 16**: 1069-1077.

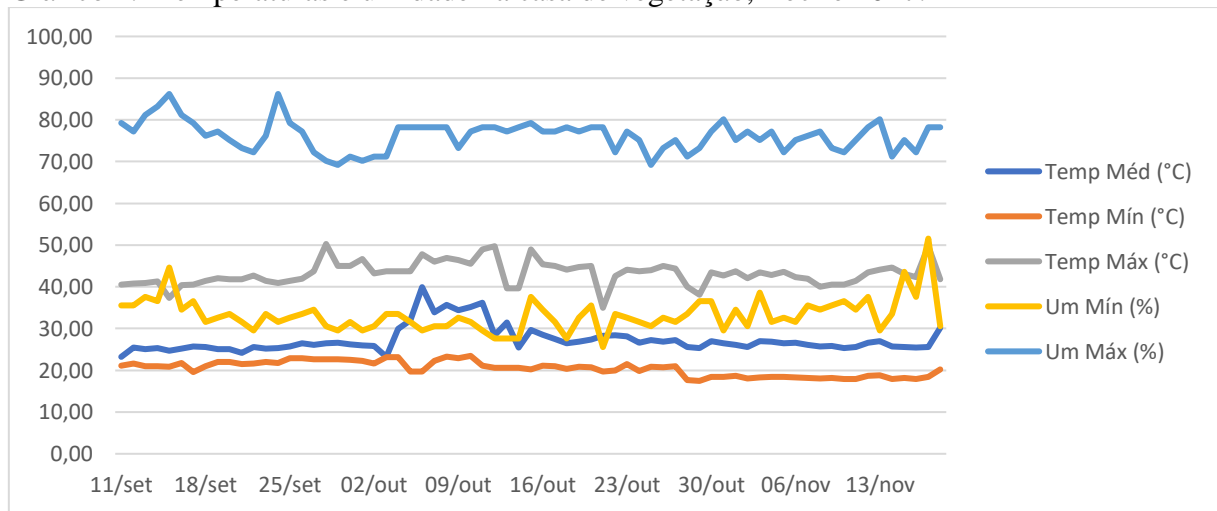
Terceiro Neto CP, Gheyi HR, Medeiros JF, Dias NS e Campos MS (2013). Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical 43**: 354-362.

Valadares NR, Nóbrega DA, Silva JAS, Mendes AQ, Silva FS, Rocha AT, Moura MCCL e Menezes D (2018). Performance of melon from momordica group as affected by pruning techniques in diferente regions of Brazil. **Journal of Experimental Agriculture Intrnational 29**: 1-6.

Wang L, Seki K, Miyazaki T e Ishihama Y (2009). The causes of soil alkalization in the Songnen Plain of Northeast China. **Springer 7**: 259-270.

Yan K, Shao H, Shao C, Chen P, Zhao S, Brestic M, Chen X (2013). Physiological adaptive mechanisms of plants grown in saline soil and implications for sustainable saline agriculture in coastal zone. **Acta Physiol Plant 35**: 2867-2878.

Gráfico 1. Temperaturas e umidade na casa de vegetação, Recife 2017.



Temp Méd (°C) – Temperatura Média, expressa em graus Celsius; Temp Mín (°C) – Temperatura Mínima, expressa em graus Celsius; Temp Máx (°C) – Temperatura Máxima, expressa em graus Celsius; UR Mín – Umidade relativa do ar mínima, expressa em porcentagem; UR Máx – Umidade relativa do ar máxima.

Tabela 1. Características fisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade.

| Genótipo            | TF     | Cond  | Ci      | Tr    | Temp   | EIUA  | EICI   | Ca      | H <sub>2</sub> O | Ci/Ca |
|---------------------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|--------|---------|------------------|-------|
| A1 S. José do Egito | 10,11a | 0,28a | 292,90a | 6,15a | 34,91a | 1,67a | 0,034a | 375,73a | 30,57a           | 0,78a |
| A4 Petrolina        | 10,20a | 0,29a | 278,55a | 6,09a | 34,65a | 2,09a | 0,040a | 377,96a | 30,78a           | 0,74a |
| A6 Ibimirim         | 9,87a  | 0,36a | 311,45a | 6,83a | 33,99a | 1,41a | 0,032a | 377,04a | 31,29a           | 0,83a |
| A8 S. Talhada       | 9,87a  | 0,26a | 288,70a | 6,22a | 35,28a | 1,66a | 0,035a | 373,16a | 31,44a           | 0,77a |
| A14 B. Jardim       | 10,11a | 0,45a | 309,95a | 6,86a | 33,38a | 1,67a | 0,032a | 376,04a | 31,37a           | 0,82a |
| A16 Juazeiro        | 10,67a | 0,47a | 315,68a | 7,73a | 33,92a | 1,41a | 0,033a | 373,50a | 32,70a           | 0,85a |
| A18 S. Tereza do O. | 8,47a  | 0,22a | 300,45a | 5,24a | 34,74a | 1,64a | 0,029a | 385,62a | 29,55a           | 0,78a |
| SF10/00             | 11,23a | 0,24a | 281,43a | 5,78a | 34,84a | 1,94a | 0,041a | 372,77a | 30,41a           | 0,75a |
| Gladial             | 12,55a | 0,33a | 291,63a | 6,60a | 34,21a | 1,94a | 0,043a | 373,09a | 31,21a           | 0,78a |
| Sancho              | 8,70a  | 0,20a | 289,80a | 4,78a | 34,42a | 1,88a | 0,030a | 377,52a | 29,46a           | 0,77a |
| Torreón             | 10,26a | 0,28a | 298,28a | 6,17a | 34,52a | 1,65a | 0,034a | 374,02a | 31,25a           | 0,79a |
| AL Mel              | 10,83a | 0,31a | 299,81a | 6,07a | 33,38a | 1,85a | 0,030a | 374,32a | 30,65a           | 0,80a |
| Média               | 10,24  | 0,31  | 296,55  | 6,21  | 34,35  | 1,73  | 0,034  | 375,89  | 30,90            | 0,79  |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna fazem parte do mesmo grupo de acordo com teste de agrupamento de Skott Knott a 5% de probabilidade. TF – Taxa Fotossintética ( $\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Cond – Condutância ( $\text{mol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Ci – Concentração Intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Tr - Transpiração ( $\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Temp – Temperatura Foliar ( $^{\circ}\text{C}$ ); EIUA – Eficiência Intrínseca no Uso da Água ( $[\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}][\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ ); EICI – Eficiência Instantânea da Carboxilação ( $[\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}][\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ ); Ca – Concentração de  $\text{CO}_2$  na Amostra ( $\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); H<sub>2</sub>O - Concentração de H<sub>2</sub>O da Amostra ( $\mu\text{mol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Ci/Ca - Relação entre Concentração de  $\text{CO}_2$  na amostra e Concentração Intercelular de  $\text{CO}_2$  (Admencional).

Tabela 2. Médias das características de crescimento e agrônômicas de genótipos de melão submetidos à salinidade.

| Genótipo            | AP    | NF     | IFM    | IFF    | NFM40  | NFM50  | NFF45 | NFF50 | %MS    | CF     | LF     | C/L   | EP    | PR    |
|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| A1 S. José do Egito | 2,26a | 63,93a | 29,28b | 41,25a | 36,84a | 70,54a | 2,55a | 4,06a | 56,83a | 26,30b | 8,78c  | 2,99b | 2,28c | 2,44a |
| A4                  | 2,56a | 64,12a | 30,00b | 41,10a | 40,49a | 65,54a | 2,23a | 3,88a | 56,38a | 28,30a | 8,83c  | 3,21b | 2,35c | 2,32b |
| Petrolina           |       |        |        |        |        |        |       |       |        |        |        |       |       |       |
| A6                  | 2,29a | 47,25b | 32,35a | 41,95a | 38,00a | 62,33b | 2,39a | 3,95a | 55,45a | 29,65a | 8,73c  | 3,40a | 2,30c | 2,43a |
| Ibimirim            |       |        |        |        |        |        |       |       |        |        |        |       |       |       |
| A8 S. Talhada       | 2,47a | 64,12a | 30,35b | 41,33a | 36,30a | 60,87b | 2,53a | 3,85a | 59,25a | 29,90a | 9,50c  | 3,15b | 2,53c | 2,80a |
| A14 B. Jardim       | 2,46a | 52,88b | 29,33b | 41,13a | 38,75a | 66,33a | 2,34a | 3,35b | 58,63a | 29,88a | 9,56c  | 3,12b | 2,40c | 2,73a |
| A16                 | 2,43a | 51,50b | 29,78b | 40,95a | 38,70a | 68,16a | 2,43a | 3,95a | 55,98a | 28,43a | 9,20c  | 3,10b | 2,43c | 2,68a |
| Juazeiro            |       |        |        |        |        |        |       |       |        |        |        |       |       |       |
| A18 S. Tereza do O. | 1,56b | 59,38a | 28,5b  | 39,85a | 39,13a | 71,40a | 2,30a | 3,70a | 52,7b  | 27,81a | 9,10c  | 3,06b | 2,29c | 2,49a |
| SF10/00             | 1,81b | 39,00b | 32,02a | 39,78a | 32,03b | 61,85b | 1,76b | 3,25b | 51,33b | 20,48c | 15,30a | 1,34c | 3,79a | 2,57a |
| Gladial             | 2,27a | 40,88b | 32,35a | 40,68a | 32,10b | 61,90b | 2,03b | 3,72a | 54,50a | 18,73c | 14,00b | 1,34c | 3,78a | 2,43a |
| Sancho              | 2,30a | 47,16b | 31,48a | 42,50a | 33,75b | 64,03a | 2,10b | 3,60a | 53,78a | 23,60b | 15,30a | 1,54c | 3,24b | 2,45a |
| Torreon             | 1,72b | 51,75b | 32,25a | 44,23a | 27,28b | 52,60b | 1,73b | 3,10b | 46,33c | 15,08d | 14,25b | 1,06d | 3,40b | 1,89c |
| AL Mel              | 2,28a | 41,50b | 29,78b | 40,50a | 31,23b | 56,60b | 2,05b | 4,13a | 50,68b | 16,00d | 13,33b | 1,21d | 3,48b | 2,17b |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna fazem parte do mesmo grupo de acordo com teste de agrupamento de Skott Knott a 5% de probabilidade. AP – Altura de Plantas (m); NF - Número de Folhas (un.); IFM – Início da Floração Masculina (dias); IFF – Início da Floração Feminina (dias); NFM40 – Número de Flores Masculinas aos 40 dias após o transplante (un.); NFM50 – Número de Flores Masculinas aos 50 dias após o transplante (un.); NFF45 – Número de Flores Femininas aos 45 dias após o transplante (un.); NFF50 – Número de Flores Femininas aos 50 dias após o transplante (un.); %MS – Percentual de Matéria Seca da parte aérea (%); CF – Comprimento do Fruto (cm); LF – Largura do Fruto (cm); C/L – Relação do Comprimento com a Largura do fruto (cm); EP – Espessura da Polpa (cm); PR – Produtividade (kg.planta<sup>-1</sup>).

Tabela 3. Correlações canônicas e pares canônicos entre as características de maior importância para as características secundárias.

| Variável         | Fatores Canônicos |        |        |
|------------------|-------------------|--------|--------|
|                  | 1°                | 2°     | 3°     |
| PR               | 0,48              | 0,88   | -0,03  |
| AP               | -0,32             | 0,64   | 0,70   |
| %MS              | -0,15             | 0,99   | 0,04   |
|                  | V1                | V2     | V3     |
| N°F              | -0,52             | 0,44   | -0,36  |
| IFM              | 0,03              | -0,41  | 0,22   |
| IFF              | -0,45             | -0,48  | 0,15   |
| NFM40            | -0,18             | 0,77   | -0,19  |
| NFM50            | -0,01             | 0,64   | -0,43  |
| NFF45            | -0,24             | 0,82   | -0,10  |
| NFF50            | -0,23             | 0,39   | 0,27   |
| CF               | -0,11             | 0,85   | -0,22  |
| LF               | -0,38             | -0,64  | 0,26   |
| C/L              | -0,27             | 0,76   | -0,26  |
| EP               | 0,32              | -0,47  | 0,07   |
| TF               | 0,27              | -0,28  | 0,69   |
| Cond             | 0,08              | 0,30   | 0,49   |
| Ci               | 0,13              | 0,16   | -0,01  |
| Tr               | 0,06              | 0,21   | 0,50   |
| Temp             | -0,07             | -0,03  | -0,42  |
| CO <sub>2</sub>  | -0,22             | 0,08   | -0,72  |
| H <sub>2</sub> O | 0,08              | 0,16   | 0,56   |
| Ci/Ca            | 0,18              | 0,15   | 0,18   |
| EIUA             | -0,11             | -0,22  | 0,25   |
| EICI             | 0,11              | -0,26  | 0,58   |
| <i>p</i>         | 1,01              | 1,00   | 0,99   |
| X <sup>2</sup>   | 1171,46           | 694,83 | 218,19 |
| GL               | 63                | 40     | 19     |
| $\alpha$         | < 0,01            | < 0,01 | < 0,01 |

AP – Altura de Plantas; NF - Número de Folhas; IFM – Início da Floração Masculina; IFF – Início da Floração Feminina; NFM40 – Número de Flores Masculinas aos 40 dias após o transplante; NFM50 – Número de Flores Masculinas aos 50 dias após o transplante; NFF45 – Número de Flores Femininas aos 45 dias após o transplante; NFF50 – Número de Flores Femininas aos 50 dias após o transplante; %MS – Percentual de Matéria Seca da parte aérea; CF – Comprimento do Fruto (cm); LF – Largura do Fruto; C/L – Relação do Comprimento com a Largura do fruto; EP – Espessura da Polpa; PR – Produtividade; TF – Taxa Fotossintética; Cond – Condutância; Ci – Concentração Intercelular de CO<sub>2</sub>; Tr - Transpiração; Temp – Temperatura Foliar; EIUA – Eficiência Intrínseca no Uso da Água; EICI – Eficiência Instantânea da Carboxilação; Ca – Concentração de CO<sub>2</sub> na Amostra; H<sub>2</sub>O - Concentração de H<sub>2</sub>O da Amostra; Ci/Ca - Relação entre Concentração de CO<sub>2</sub> na amostra e Concentração Intercelular de CO<sub>2</sub>.

### **CAPÍTULO III**

## **RESPOSTAS AGRONÔMICAS E FISIOLÓGICAS DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO SUBMETIDOS À SALINIDADE**



## RESPOSTAS AGRONÔMICAS E FISIOLÓGICAS DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO SUBMETIDOS À SALINIDADE

### RESUMO

O melão é o fruto de uma espécie hortícola de grande importância econômica no mundo. No Brasil, a principal região produtora é o semiárido do Nordeste. Nessa região um dos principais fatores abióticos limitantes é a salinidade dos solos e da água, que causa redução no crescimento, desenvolvimento e produtividade do meloeiro. O objetivo desse trabalho foi avaliar as respostas agronômicas e fisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife, entre os meses de maio a julho de 2018. O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas (10 x 2) com três repetições, sendo avaliados 10 genótipos de melão (subparcelas) em duas condutividades elétricas (parcelas). Cada parcela foi representada por quatro plantas. Os genótipos utilizados foram: SF 10/00, Torreón, Al Mel e sete acessos do grupo momordica, A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro, A18 Santa Tereza do Oeste. As duas condutividades elétricas foram 2 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10) e 6,5 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10), fornecidas na solução nutritiva. Foram avaliadas características vegetativas, fisiológicas e produtivas do meloeiro. Os genótipos A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, Torreón e Al Mel não diferiram estatisticamente nas duas CEs, apresentando perdas respectivas de produtividade na ordem de 15,29; 17,44; 24,85 e 17,80% na comparação entre a CE 2 e 6,5 dS.m<sup>-1</sup>. Os genótipos que apresentaram maiores perdas de produtividade foram A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A14 Belo Jardim, A18 Santa Tereza do Oeste e SF 10/00, com médias respectivas de perdas em comparação da CE 2,0 e 6,5 dS.m<sup>-1</sup> de 39,04; 30,41; 50,39; 37,77; 44,57 e 31,59%. O excesso de sal na solução nutritiva promoveu redução no crescimento, desenvolvimento e na produtividade do meloeiro. Os genótipos A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, Torreón e Al Mel apresentaram baixas perdas de produtividade em resposta ao estresse salino.

Palavras Chaves: *Cucumis melo* L., condutividade elétrica, tolerância, estresse salino.

## **AGRONOMIC AND PHYSIOLOGICAL REPLIES OF MELOEIRO GENOTYPES SUBMITTED TO SALINITY**

### **ABSTRACT**

Melon is the fruit of a horticultural species of great economic importance in the world. In Brazil, the main producing is the semi-arid region of the Northeast. Among the main limiting abiotic factors of the growth, development and productivity of the melon is the salinity of soils and water. The research was carried out at the Federal Rural University of Pernambuco to May to July 2018. The experiment was carried out in a complete randomized block design in the subdivided plot with three replicates. Were evaluated 10 melon genotypes (subplots) under two electrical conductivities (plots). Each plot was represented by four plants. The genotypes studied were the SF 10/00, Torreon, AL Mel cultivars and seven accessions of the momordica group, A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro and A18 Santa Tereza do Oeste. The two electrical conductivities (EC) were 2.0  $\text{dS.m}^{-1}$  ( $\pm 0.10$ ) and 6.5  $\text{dS.m}^{-1}$  ( $\pm 0.10$ ), provided in the nutrient solution. The characteristics vegetative, physiological and productive were evaluated. The genotypes A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, Torreon and Al Mel did not differ statistically in the two EC, presenting respective productivity losses in the order of 15.29%, 17.44%, 24.85% and 17.80% in the comparison between EC 2.0 and 6.5  $\text{dS.m}^{-1}$ . The genotypes that presented the greatest productivity losses were A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A14 Belo Jardim, A18 Santa Tereza do Oeste and SF 10/00, with mean losses of 39.04%, 30.41%, 50.39%, 37.77%, 44.57% and 31.59%, respective. Excess salt in the nutrient solution promoted reduction in growth, development and productivity of melon. The genotypes A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, Torreon and Al Mel presented low productivity losses in response to salt stress.

Keywords: *Cucumis melo* L., electrical conductivity, tolerance, saline stress.

## INTRODUÇÃO

O meloeiro é uma espécie originária do Oriente Médio e da Ásia, sua domesticação e melhoramento ocorreram em diversas regiões do mundo, principalmente em regiões de clima semiárido (Nick e Borém 2016). A produção mundial de melão no mundo, na safra de 2017/2018, foi de 31.166.896 t, dos quais o Brasil é responsável pela produção de 1,92% (FAO 2018). No Brasil, a região semiárida do Nordeste é o principal polo produtor, principalmente nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco e Bahia, sendo os dois primeiros responsáveis por 90% da produção nacional, com produção respectiva de 250 e 200 mil toneladas (Carvalho et al. 2018, Resende e Costa 2010).

As regiões semiáridas são caracterizadas pelos baixos índices pluviométricos e altas taxas de evaporação, propiciando o acúmulo de sais na superfície do solo, fato que é intensificado pelo manejo cultural, como a adubação e irrigação. A salinidade é um fator limitante para a produção devido ao déficit hídrico e excesso de concentração de íons nas células, o que promove uma série de distúrbios fisiológicos, e em consequência, ocorre uma série de reações químicas e bioquímicas propiciando assim redução no crescimento, desenvolvimento e produtividade (Pedrotti et al. 2015).

O cultivo em solos ou o uso de água salina exige um manejo específico para reduzir os efeitos da salinidade sobre a planta, porém essas alternativas são inviáveis nos aspectos ambientais e econômicos. A melhor alternativa para cultivo em solos salinos ou com água salina é o desenvolvimento de cultivares que apresentem tolerância à salinidade, produzindo nesses ambientes sem que apresentem significativas perdas de produtivas (Gheyi et al. 2016). Para a obtenção de novas cultivares é necessário inicialmente realizar a identificação de genótipos promissores por meio das respostas agronômicas e fisiológicas ao estresse salino (Fritsche Neto e Borém 2011).

O processo de melhoramento após a identificação de genótipos tolerantes passa pela capacidade do melhorista combinar genes para obter uma nova cultivar mais tolerante que seus genitores, principalmente de espécies como o melão, que apresentam diversos grupos botânicos, com bases genéticas diversas (Nicke e Borém 2016). Segundo Gupta e Huang (2014), existem sete mecanismos de tolerância à salinidade, sendo eles, homeostase e compartimentalização de íons, transporte e captação de íons, biossíntese de osmoprotetores e

solutos compatíveis, ativação da enzima antioxidante e síntese de compostos antioxidantes, síntese de poliaminas, geração de óxido nítrico e modulação hormonal. Cada um desses mecanismos de tolerância é governado por vários genes e cada indivíduo pode ativar vários desses mecanismos simultaneamente. Dessa forma, avaliação das respostas agronômicas e fisiológicas podem servir de suporte na seleção de genótipos como fontes de genes visando a tolerância à salinidade.

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar as respostas agronômicas e fisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no Departamento de Agronomia, área de Fitotecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife - PE, cujas coordenadas geográficas são de 8°02'68" de latitude Sul e 34°56'61" de longitude Oeste, com 6 m de altitude. A pesquisa ocorreu durante o período de maio a julho de 2018 em estufa coberta com plástico difuso e laterais com tela vermelha. As temperaturas e umidades durante o período foram mensuradas por meio de um termo-higrômetro digital ICEL Manaus modelo HT-208, cujos dados coletados estão presentes no Gráfico 1.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas (10 x 2) com três repetições, sendo avaliados 10 genótipos de melão (subparcelas) em duas condutividades elétricas (parcelas). Cada parcela foi representada por quatro plantas. Os genótipos utilizados foram: SF 10/00 (Top Seed<sup>®</sup>, grupo inodorus), Torreón (Top Seed<sup>®</sup>, grupo cantalupensi), AL mel (UFAL, cultivar obtida a partir da hibridação entre cultivares dos grupos inodorus e cantalupensi) e sete acessos do grupo momordica (A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro, A18 Santa Tereza do Oeste). As duas condutividades elétricas foram 2 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10) e 6,5 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10) fornecidos na solução nutritiva.

A primeira etapa da pesquisa foi a produção de mudas, sendo as sementes semeadas em bandejas de isopor de 128 células, e acondicionadas em bancada hidropônica em casa de vegetação, utilizando solução nutritiva para fase vegetativa. Após 10 dias do plantio foi

realizado o transplante para canteiros de alvenaria. Cada unidade experimental ocupou uma área de (2,55 x 0,20 m) e uma profundidade de 0,20 m. Cada unidade experimental foi impermeabilizada com filme plástico de polietileno. Para drenar eventuais excessos de água foram instalados tubos de drenagem na direção longitudinal de cada canteiro, de modo que qualquer residual drenado voltava para a solução do solo, formando um ciclo fechado. Esses canteiros foram preenchidos com solo arenoso, com as seguintes características físicas: 251 g.kg<sup>-1</sup> de areia grossa; 394 g.kg<sup>-1</sup> de areia fina; 207 g.kg<sup>-1</sup> de silte; 148 g.kg<sup>-1</sup> de argila; 117 g.kg<sup>-1</sup> de argila dispersa em água; 52% de graus de floculação; 1,39 de relação silte/argila; 1,56 de relação areia fina/areia grossa; 1,20 g.cm<sup>-3</sup> de densidade do solo e 2,61 g.cm<sup>-3</sup> de densidade das partículas.

As características químicas do solo foram: pH – 5,4; Ca – 1,1 cmol.cm<sup>-3</sup>; Mg – 0,7 cmol.cm<sup>-3</sup>; Al – 0,17 cmol.cm<sup>-3</sup>; Na - 0,01 cmol.cm<sup>-3</sup>; K – 0,01 cmol.cm<sup>-3</sup>; P – 1,05 mg.dm<sup>-3</sup>; C.O. - 4,77 g.kg<sup>-1</sup>; M.O. – 9,05 g.kg<sup>-1</sup>; H + Al – 3,50 g.kg<sup>-1</sup>; condutividade elétrica de 0,68 dS.m<sup>-1</sup>. A solução nutritiva foi fornecida por meio de sistema de irrigação por gotejamento, com vazão de 0,60 L.h<sup>-1</sup> por gotejador, cada planta foi irrigada por dois gotejadores. Foram realizados sete turnos de regas nos horários de 5:00; 7:30; 10:00; 11:30; 12:30; 13:30 e 15:00 h, com tempos de irrigação de 4 min no início do ciclo e 15 min por turno ao final do ciclo, mantendo o solo com cerca de 50% da capacidade de campo.

A solução nutritiva fornecida na fase vegetativa apresentou a seguinte formulação para volume de 2000 L: Nitrato de Potássio – 1100 g; Nitrato de Cálcio – 1767 g; MKP – 440 g; Sulfato de Magnésio – 900 g; Quelatec – 51 g; Ultraferro – 51 g e Ácido Bórico – 133 ml (3,3g). Na fase de floração e frutificação a solução nutritiva fornecida apresentava a seguinte constituição para volume de 2000 L: Nitrato de Potássio – 1050 g; Nitrato de Cálcio – 1500 g; MKP – 500 g; Sulfato de Magnésio – 950 g; Sulfato de Potássio – 300 g; Cloreto de Potássio – 450 g; Quelatec – 60 g; Ultraferro – 60 g; Ácido Bórico – 170 ml (4,25 g). Nas duas formulações o pH foi mantido em 6,0 e a condutividade elétrica de 2,0 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10 dS.m<sup>-1</sup>) (condutividade padrão), sendo elevada para 6,5 dS.m<sup>-1</sup> adicionando Cloreto de Sódio (Na Cl).

Após o transplante, as plantas foram conduzidas em sistema de tutoramento vertical com auxílio de podas de condução. Essas podas foram realizadas com a eliminação do ápice do ramo primário após apresentar três folhas, para forçar o desenvolvimento de ramos secundários, mantendo-se dois ramos secundários por planta. Os ramos terciários foram eliminados até a

oitava folha do ramo secundário, a partir daí foram mantidos os ramos secundários livres. Para manutenção dos frutos foi utilizado um suporte com redes, em que foi mantido um fruto por planta.

O controle de insetos foi realizado com aplicações semanais de bt Dipel® (*Bacillus thuringiensis*, var. kurstaki, linhagem HD-1), na concentração de 1g/1L de água. O controle de fungos foi realizado com seis aplicações alternadas de Score®, Amistar® e Cercobin®, seguindo as recomendações de cada fabricante para a cultura.

Durante o desenvolvimento do meloeiro foi realizada uma avaliação aos 40 DAT, sendo avaliada a altura de plantas (AP), mensurado com fita métrica do colo da planta até a altura da última folha formada; número de folhas (NF), por meio da contagem das folhas de cada planta; área foliar (AF), estimada por meio da equação  $y=0,826x^{1,89}$  ( $R^2=0,97$ ) proposta por Nascimento et al. (2002); número de flores masculinas (NFM) e número de flores femininas (NFF) ambas realizadas por meio da contagem de flores.

Aos 40 DAT foram mensuradas as trocas gasosas na oitava folha contada a partir do ápice, medidas com analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro+, com fonte de luz passiva, no período da manhã, entre 11:30 e 12:30 h. As variáveis analisadas foram: concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>), expressa em  $\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}$ , condutância estomática (Cond) em  $\text{mol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}$ , transpiração (Tr), em  $\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}$ , taxa fotossintética (TF) em  $\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}$ , a partir desses dados calculou-se a eficiência intrínseca no uso da água (EIUA) pela razão entre TF e Tr,  $(\text{EIUA}=\text{TF}/\text{Tr})$  expressa em  $[\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}][\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ , eficiência instantânea da carboxilação (EIC<sub>i</sub>) dividindo-se TF por C<sub>i</sub> (EIC<sub>i</sub>) e expressa em  $[\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}][\mu\text{mol (CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ , concentração de CO<sub>2</sub> na amostra (C<sub>a</sub>) expressa em  $(\text{CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}$ , concentração de H<sub>2</sub>O da amostra (H<sub>2</sub>O), expressa em  $(\text{CO}_2\text{)m}^{-2}\text{S}^{-1}$ , e relação entre concentração de CO<sub>2</sub> na amostra e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (C<sub>a</sub>/C<sub>i</sub>).

A colheita foi realizada entre 67 e 74 DAT, em que foram avaliadas as características: comprimento dos frutos (CF), largura dos frutos (LF), espessura da polpa (EP), espessura da casca (EC), diâmetro da cavidade (DC), produtividade (PR) e °Brix. Após a colheita, a parte aérea da planta foi colocada em saco de papel e realizada a pesagem da massa fresca (MF), na sequência os sacos foram levados à estufa de circulação forçada com temperatura regulada para 65–70°C, onde permaneceram até atingir peso constante, obtendo-se assim a massa seca da planta (MS).

Foram realizadas análises de variância, teste de Scott Knott a 5% de probabilidade para a comparação dos genótipos e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das CEs. Essas análises foram realizadas utilizando o aplicativo Genes (Cruz 2006). O gráfico com os dados de temperatura e umidade foi gerado pelo Microsoft Office Excel®.

Durante a execução do experimento foram realizadas amostragens de solo aos 15, 30, 45, 60 e 74 dias após o transplante (DAT) para verificação da progressão da condutividade elétrica (CE) no solo utilizando a pasta de saturação. Para a obtenção dos extratos da pasta de saturação, foram pesados 500 g da TFSA (areia total + silte + argila) em recipientes apropriados adicionando-se água destilada até que atingisse o ponto de pasta de saturação representado pelo aspecto espelhado e deslizamento da pasta da espátula, como descrito por Richards (1954); em seguida, vedaram-se os recipientes para evitar perdas de água da pasta por evaporação, mantendo as pastas nestas condições por 24 horas, logo após esse intervalo, as pastas foram colocadas em sistema de vácuo (funil de Büchner-kitassato-bomba) para a obtenção dos extratos de pasta de saturação acondicionando-os em tubos Falcons de 50 mL hermeticamente fechados e mantidos sob refrigeração para análises posteriores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostragens de solo realizadas aos 15, 30, 45, 60 e 74 dias após o transplante (DAT) para verificação da progressão da condutividade elétrica (CE) no solo apresentaram, nas parcelas irrigadas com solução de CE 2,0 dS.m<sup>-1</sup>, leituras respectivamente de 2,43; 2,96; 3,53; 4,22 e 5,71 dS.m<sup>-1</sup>. Nas parcelas que receberam solução de 6,5 dS.m<sup>-1</sup> as leituras foram 7,11; 8,23; 10,87; 12,15 e 14,20 dS.m<sup>-1</sup>.

As interações genótipos x condutividades elétricas (CEs) foram significativas pelo teste F para a espessura da casca e produtividade. Para as demais características a CE não influenciou na expressão fenotípica dos genótipos. De acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 1), para as características vegetativas, a CE de 2,0 dS.m<sup>-1</sup> apresentou maior AP, MF e MS, com médias de 2,91 m, 775,41 g.planta<sup>-1</sup> e 428,43 g.planta<sup>-1</sup> respectivamente, enquanto que na CE 6,5 dS.m<sup>-1</sup> houve redução de 15,12%, 27,11% e 22,39% respectivamente para essas

características. Para o NF, AF, NFM e NFF não houve diferença significativa entre as duas condutividades elétricas, com médias respectivas de 54,84; 258,20 cm<sup>2</sup>; 20,43 e 1,98 un.

As características de crescimento como altura e massa são influenciadas negativamente pela salinidade, como encontrado por Aragão et al. (2009) e Dias et al. (2010), que encontraram efeito quadrático nas características de meloeiro submetidos à salinidade, inicialmente apresentando crescimento e com o aumento da CE redução no crescimento, independentemente se o acúmulo de sais foi promovido pelo processo natural ou pela adição de fertilizantes. Esse decréscimo ocorre principalmente devido a essas características dependerem da acumulação de compostos de carbono da fotossíntese, pois a redução do potencial osmótico do substrato atua de forma negativa sobre o processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática, alongamento celular e, como consequência, redução no crescimento e desenvolvimento das plantas (Taiz e Zeiger 2013).

De acordo com o teste de agrupamento de Scott Knott a 5% de probabilidade (Tabela 4) formou três grupos, em que os genótipos A8 Serra Talhada, A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro e A18 Santa Tereza do Oeste formaram o grupo de maior altura, com médias respectivas de 2,57; 2,49; 2,42; 2,40; 2,38; 2,36; 2,31 m. Os genótipos Torreon e AL Mel formaram o grupo intermediário, com médias respectivas de 2,04 e 2,14 m, o SF 10/00 apresentou a menor altura, com média de 1,71 m.

Para o NF houve a formação de três grupos, os genótipos que formaram o grupo de maior NF foram A8 Serra Talhada, A4 Petrolina, A1 São José do Egito, A18 Santa Tereza do Oeste e A14 Belo Jardim, com médias respectivas de 68,58 un.; 64,75; 59,92; 59,33 e 57,88 folhas. O grupo com menor NF foi formado pelos genótipos SF 10/00 (40,50 folhas) e AL Mel (41,33 folhas). O grupo intermediário foi formado pelos genótipos Torreon (53,67 folhas), A16 Juazeiro (52,42 folhas) e A6 Ibimirim (50,08 folhas).

Houve a formação de apenas dois grupos para a AF, em que o genótipo SF 10/00 (188,45 cm<sup>2</sup>) ficou isolado no grupo de menor área, e os demais genótipos formaram o grupo de maior AF, com média de 277,39 cm<sup>2</sup>.

Para NFM houve a formação de três grupos, os genótipos A14 Belo Jardim (31,67 flores), A1 São José do Egito (28,58 flores), A16 Juazeiro (26,75 flores), A4 Petrolina (26,25 flores) e A8 Serra Talhada (21,33 flores). O grupo intermediário foi formado pelos genótipos A6 Ibimirim (17,83 flores) e A18 Santa Tereza do Oeste (18,92 flores). O grupo com menor NFM foi formado pelos genótipos Torreon (15,66 flores), SF 10/00 (8,83 flores) e Al Mel (8,50



flores). O NFF não apresentou diferença significativa entre os genótipos, ficando todos no mesmo grupo, apresentando média de 1,97 flores femininas.

Para a MF houve a formação de três grupos, em que os genótipos A8 Serra Talhada (715,50 g.planta<sup>-1</sup>), A1 São José do Egito (704,12 g.planta<sup>-1</sup>) e A16 Juazeiro (687,10 g.planta<sup>-1</sup>). O grupo intermediário foi formado pelos genótipos A18 Santa Tereza do Oeste, A14 Belo Jardim, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, SF 10/00 e Torreon. O genótipo AL Mel apresentou a menor MF, com média de 625,02 g.planta<sup>-1</sup>.

Os genótipos formaram três grupos para a MS, em que o grupo com maior MS foi formado por A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro. Os genótipos SF10/00, Torreon e AL Mel formaram o grupo de menor MS. O A18 Santa Tereza do Oeste ficou no grupo intermediário, com média de 368,83 g.planta<sup>-1</sup>.

O crescimento e desenvolvimento do meloeiro são retardados devido aos efeitos negativos da salinidade, dessa forma segundo Farias et al. (2003), a tolerância à salinidade pode ser analisada com base na sobrevivência ou biomassa produzida. Cada espécie apresenta comportamento diferente quanto ao seu desenvolvimento sob estresse, e dentro das espécies, a depender da origem da base genética, existe variabilidade (Willadino e Camara 2010). No caso do meloeiro a espécie possui ampla base genética, apresentando diversos grupos botânicos, os quais foram desenvolvidos em diversas regiões do globo, dessa forma, utilizando genótipos com diferentes níveis de tolerância é possível desenvolver cultivares que apresentem maior tolerância à salinidade do que seus genitores (Fritsch Neto e Borém 2011, Nick e Borém 2016).

O desenvolvimento da planta é alterado, de modo que a planta tem dificuldade de passar de um estágio fenológico para outro, devido a uma série de reações em cadeia que acontece devido à redução do potencial osmótico, diminuindo, conseqüentemente, a disponibilidade de água para a planta e o excesso de íons que provoca desbalanceamento nutricional. A consequência desses fatores é a baixa síntese de carboidratos e proteínas, e o alto consumo dessas macromoléculas para sobreviver ao estresse (Willadino e Camara 2010).

Para as características fisiológicas a CE de 2,0 dS.m<sup>-1</sup> apresentou a maior TF, Cond, Ci, Tr, Ca e H<sub>2</sub>O, com média respectivas de 10,58 (μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); 0,32 (mol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); 299,79 (μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); 6,02 (μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); 375,38 (μmol(CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>) e 30,73 ((μmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>). Na CE de 6,5 dS.m<sup>-1</sup> houve redução de 13,23%; 15,63%; 10,69%; 9,47%, 6,60% e 8,62%, respectivamente. A Temperatura foi maior na CE 6,5 dS.m<sup>-1</sup> (35,95°C), diferindo estatisticamente da CE 2,0 dS.m<sup>-1</sup> (34,70°C). A EIUA, EICI e Ci/Ca não apresentaram

diferença significativa, com médias de 1,73 ( $[\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}][\text{mmol}(\text{H}_2\text{O})\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ ); 0,0345 ( $[\text{mmol}(\text{H}_2\text{O})\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}][\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ ) e 0,77 (Tabela 2).

O estresse salino acarreta uma série de distúrbios fisiológicos em consequência do acúmulo de sais nos tecidos da planta, dentre esses destaca-se a redução da taxa fotossintética devido ao estresse hídrico, a desregulação da abertura estomática, causando fechamento dos estômatos, em consequência diminui as perdas de água. Porém limita a absorção de  $\text{CO}_2$  e impede a dispersão de calor, limitando a realização da fotossíntese, com isso, ocorre pouca produção de fotossíntese, esses fatores negativos promovem alterações na produção de enzimas, desregulando os sistemas fotossintéticos e de proteção da planta a estresses (Chaves et al. 2009, Nawaz et al. 2010).

Para as características de frutos a CE 2,0 dS.m<sup>-1</sup> apresentou maior comprimento, largura e produtividade, com médias respectivas de 27,02 cm; 10,84 cm e 1429,44 g.planta<sup>-1</sup>. Na CE 6,5 dS.m<sup>-1</sup> houve redução de 17,88%, 13,01% e 31,96% respectivamente. Para a C/L, EP, EC, DC e °Brix não houve diferença significativa entre as CEs, com médias respectivas de 2,58, 26,82 mm, 0,66cm, 52,24 mm e 5,95 °Brix (Tabela 3).

Os genótipos formaram quatro grupos para TF, o Al Mel (12,38  $(\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1})$ ) ficou no grupo com maior taxa, o SF 10/00 (11,02  $(\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1})$ ) ficou no segundo grupo de maior taxa, o A18 Santa Tereza do Oeste (8,23  $(\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1})$ ) ficou no grupo de menor taxa e os demais genótipos ficaram intermediários entre os dois últimos grupos, com média de 9,59  $(\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1})$  (Tabela 5).

Para a Cond ocorreram a formação de quatro grupos, o genótipo A16 Juazeiro (0,41  $(\text{mol}(\text{H}_2\text{O})\text{m}^{-2}\text{S}^{-1})$ ) apresentou a maior condutância, os genótipos A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A14 Belo Jardim e Al Mel formaram o segundo grupo de maior condutância seguidos pelo grupo formado por A1 São José do Egito, A8 Serra Talhada, A18 Santa Tereza do Oeste, Torreon e o SF 10/00 formou o grupo de menor Condutância.

Os genótipos A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro, Torreon e Al Mel formaram o grupo de maior concentração intercelular de  $\text{CO}_2$ , com média de 291,36  $(\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1})$ . O grupo de menor Ci foi formado pelos genótipos A1 São José do Egito, A8 Serra Talhada, A18 Santa Tereza do Oeste e SF 10/00, com média de 272,39  $(\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1})$ .

O genótipo Al Mel apresentou maior Tr, sendo o único representante do grupo, com média de 6,61  $(\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1})$ . O grupo intermediário foi formado pelos genótipos A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada e A16 Juazeiro, com média de 6,04. O grupo de menor Tr foi

formado pelos genótipos A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A14 Belo Jardim, A18 Santa Tereza do Oeste, SF 10/00 e Torreón, com média de  $5,44 \mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ .

Para a Temperatura das folhas houve a formação de três grupos, os genótipos A1 São José do Egito e A8 Serra Talhada formaram o grupo de maior temperatura foliar, com média de  $36,41^\circ\text{C}$ . O grupo intermediário foi composto pelos genótipos A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A14 Belo Jardim e A18 Santa Tereza do Oeste, com média de  $35,61^\circ\text{C}$ . O grupo que apresentou menor temperatura foliar foi formado pelos genótipos SF 10/00, Torreón e Al Mel, com média de  $34,37^\circ\text{C}$ .

Os genótipos A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A14 Belo Jardim, SF 10/00, Torreón, e Al Mel formaram o grupo de maior EIUA, com média de  $1,86 [\mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}][\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ . O grupo de menor EIUA foi formado pelos genótipos A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, A18 Santa Tereza do Oeste, com média de  $1,54 [\mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}][\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ .

Para a EICI o grupo que apresentou maior eficiência foi composto pelos genótipos A14 Belo Jardim, SF 10/00 e Al Mel, com média de  $0,04 [\text{H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}][\mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ . Os demais genótipos apresentaram média de  $0,03 [\text{H}_2\text{O) m}^{-2}\text{S}^{-1}][\mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ , compondo o grupo de menor eficiência.

Os genótipos formaram apenas um grupo para a concentração de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , com média respectiva de  $362,99$  e  $29,37 \mu\text{mol (CO}_2\text{)}\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ . A relação Ci/Ca teve a formação de dois grupos, os que apresentaram maior relação foi formados pelos genótipos A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A16 Juazeiro, Torreón e AL Mel, com média de  $0,82$ . O grupo que apresentou menor relação foi composto pelos genótipos A1 São José do Egito, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A18 Santa Tereza do Oeste e SF 10/00, com média de  $0,76$ .

A maior parte dos aspectos fisiológicos sofre mudanças devido ao estresse salino, porém cada genótipo apresenta expressão diferente a depender de sua capacidade de suportar ao estresse, normalmente plantas que apresentam maiores taxas fotossintéticas e condutância estomática equilibrada conseguem tolerar a salinidade sofrendo menores danos, pois essas características influenciam outras diretamente, como na absorção de  $\text{CO}_2$ , em que plantas que fecham os estômatos devido ao estresse diminuem a absorção de  $\text{CO}_2$  necessário para a realização da fotossíntese. Outra característica alterada é a troca de vapor de água com a atmosfera, pois as plantas que fecham os estômatos desordenadamente apresentam menor taxa

de transpiração, em consequência tem menor capacidade de dissipar calor (Kusvuran 2012, Rouphael et al. 2012).

A eficiência na absorção de CO<sub>2</sub> é um indicativo das plantas que apresentam tolerância, mas a eficiência do uso da água é um dos melhores parâmetros para determinação de plantas tolerantes à salinidade, pois durante o estresse a falta de água nas células é o fator que causa maior limitação para o funcionamento normal das organelas celulares, assim, mesmo que a planta apresente alta taxa de carboxilação, para que ocorra fotossíntese é necessária a disponibilidade de água nas células (El-Mageed e Semida 2015, Kusvuran 2012), como, por exemplo o que acontece com os genótipos Al Mel, Torreon, A16 Juazeiro, A6 Ibimirim e A4 Petrolina que apresentaram maior relação de CO<sub>2</sub> na célula em comparação com o ambiente, porém desses, apenas A4 Petrolina, Torreon e Al Mel apresentaram-se como eficientes para o uso da água, fato que influencia na fotossíntese.

Para as características dos frutos do meloeiro, os genótipos A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro e A18 Santa Tereza do Oeste formaram o grupo de maior comprimento dos frutos, com média de 28,91cm. Os genótipos SF 10/00, Torreon e Al Mel formaram o grupo de menor comprimento, com média de 14,33 (Tabela 6).

A largura dos frutos foi maior nos genótipos SF 10/00, Torreon e Al Mel, formando assim um grupo com média de 12,18. Os demais genótipos formaram o grupo de menor largura, com média de 9,26 cm.

A relação C/L propiciou a formação de dois grupos, os genótipos com maior relação formaram o grupo com A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo jardim, A16 Juazeiro, A18 Santa Tereza do Oeste, com média de 3,17. Os genótipos SG 10/00, Torreon e Al Mel formaram o grupo com menor relação, com média de 1,20.

A EP foi maior para os genótipos SF10/00, Torreon e Al Mel, que formaram um grupo, com média de 34,46 mm. Os demais genótipos do grupo Momordica formaram o grupo de menor EP, com média de 23,39 mm.

Os genótipos que formaram o grupo de maior DC foram constituídos pelos genótipos A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro, SF10/00 e Al Mel, com média de 54,09 mm. Os genótipos do grupo de menor DC foram o A18 Santa Tereza do Oeste e o Torreon, com média de 44,82 mm.

Os genótipos que apresentaram o maior teor de sólidos solúveis foram os SF10/00, Torreone Al Mel formando um grupo com média de 10,37°Brix. Os demais genótipos formaram o grupo de menor teor de sólidos solúveis, com média de 4,06°Brix.

As características morfológicas dos frutos são pouco influenciadas por fatores ambientais como a salinidade, então, os fenótipos são expressos de acordo com as características botânicas de cada genótipo (Valadares et al. 2013). Apenas a EC apresentou variação nas duas condutividades elétricas, em que nas duas CEs os genótipos do grupo momordica apresentaram a menor espessura. As cultivares SF10/00, Torreon e Al Mel na CE 2 dS.m<sup>-1</sup> diferiram dos genótipos momordica e foram semelhantes entre si, enquanto na CE 6,5 dS.m<sup>-1</sup>, os três genótipos diferiram entre si e dos genótipos momordica, de modo que o genótipo SF10/00 apresentou redução da espessura e os genótipos Torreon e Al Mel apresentaram aumento da espessura da casca.

A produtividade apresentou interação entre os genótipos e as CEs, ou seja, as CEs influenciaram na expressão fenotípica dos genótipos. Os genótipos do grupo momordica apresentaram as maiores produtividades, na CE 2,0 dS.m<sup>-1</sup> os genótipos que formaram o grupo de maior produtividade foram A1 São José do Egito (1602,08 g.planta<sup>-1</sup>), A6 Ibimirim (1818,33 g.planta<sup>-1</sup>), A8 Serra Talhada (1543,75 g.planta<sup>-1</sup>), A14 Belo Jardim (1452,92 g.planta<sup>-1</sup>) e A18 Santa Tereza do Oeste (1510,56 g.planta<sup>-1</sup>), o grupo de menor produtividade foi formado pelo genótipos A4 Petrolina (1335,83 g.planta<sup>-1</sup>), A16 Juazeiro (1391,67 g.planta<sup>-1</sup>), SF10/00 (1394,17 g.planta<sup>-1</sup>), Torreon (1133,33 g.planta<sup>-1</sup>) e Al Mel (1112,92 g.planta<sup>-1</sup>). Na CE 6,5 dS.m<sup>-1</sup> os genótipos que formaram o grupo de maior produtividade foram A8 Serra Talhada (1307,78 kg.planta<sup>-1</sup>) e A16 Juazeiro (1148,94 kg.planta<sup>-1</sup>), os demais genótipos formaram o grupo de menor produtividade, com média de 908,77 kg.planta<sup>-1</sup>.

Os genótipos A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, Torreon e Al Mel não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade nas duas CEs, apresentando perdas respectivas de produtividade na ordem de 15,29; 17,44; 24,85 e 17,80% na comparação entre a CE 2 e 6,5 dS.m<sup>-1</sup>. Os genótipos que apresentaram maiores perdas de produtividade foram A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A14 Belo Jardim, A18 Santa Tereza do Oeste e SF 10/00, com médias respectivas de perdas em comparação da CE 2,0 e 6,5 dS.m<sup>-1</sup> de 39,04; 30,41; 50,39; 37,77; 44,57 e 31,59%.

Esses acessos de melão caxi em condições hidropônicas sem excesso de sais apresentaram produtividade média de cerca de  $1,5 \text{ kg.fruto}^{-1}$  (Valadares et al. 2019), mostrando que mesmo em ambiente salino alguns acessos conseguem atingir altas produtividades, ultrapassando a média do ambiente hidropônico sem excesso de sais. A cultivar SF 10/00, em cultivo em solo sem excesso de sais, apresentou na pesquisa desenvolvida por Braga et al. (2016) produtividade de  $1,6 \text{ kg.planta}^{-1}$ , corroborando com os resultados dessa pesquisa, apresentando produtividade semelhante dentro da mesma situação. O genótipo Al Mel e Torreon apresentaram nos trabalhos desenvolvidos por Carvalho et al. (2014) e Morais et al. (2010 respectivamente), em condições ideais de solo, apresentaram resultados semelhantes as encontradas nessa pesquisa, com médias respectivas de  $1,019$  e  $1,21 \text{ kg.planta}^{-1}$ .

O meloeiro é uma espécie considerada mediamente tolerante à salinidade, possui perda de 50% no rendimento na CE  $9,1 \text{ dS.m}^{-1}$  e morte da planta na CE  $16 \text{ dS.m}^{-1}$ , porém a depender dos genótipos esses parâmetros podem ser alterados, para considerar um genótipo de meloeiro tolerante, esse deve apresentar produtividade semelhante quando submetidos a altos índices de salinidade (Willadino e Camara 2010), como nos resultados encontrados nessa pesquisa em que os genótipos A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, Torreon e Al Mel apresentaram pequenas perdas de produtividade em resposta ao excesso de sal.

As características produtivas, em consequência dos danos fisiológicos sofridos pela planta, são reduzidas, principalmente as relacionadas à produtividade e dimensões dos frutos, pois como ocorre diminuição na produção de fotoassimilados os frutos tendem a serem menores em consequência do menor acúmulo de sólidos nos frutos. Características relacionadas à forma, características internas dos frutos e sólidos solúveis normalmente sofrem menores mudanças em função da salinidade, sendo essas características específicas para cada genótipo (Medeiros et al. 2010).

O meloeiro pode utilizar de diversas estratégias para tolerar os efeitos nocivos da salinidade, essas podem ser de natureza bioquímica, fisiológica além de morfológica. Nessa pesquisa foi observado que os genótipos A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro e A18 Santa Tereza do Oeste a partir dos 30 dias após o transplante em ambiente salino começaram a apresentar queimas nas quatro folhas mais velhas, diferentemente dos genótipos SF 10/00, Torreon e Al Mel que não apresentaram essa queima. Possivelmente os genótipos pertencentes ao grupo momordica carregam o excesso de sal para as folhas mais velhas para não comprometer os processos bioquímicos e fisiológico

nas folhas jovens. No caso dos genótipos Torreon e Al Mel que apresentaram baixas perdas de produtividades em consequência do estresse, provavelmente utilizaram estratégias bioquímicas e fisiológicas para apresentarem expressão tolerante.

## CONCLUSÃO

O excesso de sal na solução nutritiva promoveu redução de 15,12% no crescimento, 13,23% no desenvolvimento fisiológico e de 31,95% produtividade do meloeiro.

Os genótipos A8 Serra Talhada, A16 Juazeiro, Torreon e Al Mel apresentaram menores perda de produtividade em resposta ao estresse salino.

## REFERÊNCIAS

Aragão CA, Santos, JS, Queiroz, SOP e França B (2009). Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga 22**: 161-169.

Braga MB, Marouelli WA, Resende GM, Moura MSB, Costa ND, Calgaro M e Correia JS (2016). Coberturas do solo e uso de manta agrotêxtil (TNT) no cultivo do meloeiro. *Horticultura Brasileira* 35: 147-153.

Carvalho IDE, Ferreira PV, Costa KDS, França SS e Silva, JP (2014). Seleção massal em uma população de melão resultante da hibridação entre dois grupos botânicos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 9: 216-221.

Carvalho, C. et al. (2017). **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Editora Gazeta Santa Cruz. 88p.

Chaves MM, Flexas J e Pinheiro C (2009). Photosynthesis under drought salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany 103**: 551-560.

Cruz CD (2006). **Programa Genes: Estatística Experimental e Matrizes**. Ed. UFV, Viçosa, 285p.

Dias SD, Lira RB, Brito RF, Sousa Neto ON, Ferreira Neto M e Oliveira, AM (2010). Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 14**: 755-761.

El-Mageed TAA e Semida WM (2015). Effect of déficit irrigation and growing seasons on plant water status, fruit yield and water use efficiency of squash under saline soil. **Scientia horticulturae 186**: 89 – 100.

FAO – Organização das nações Unidas (2018). **FAOSTAT**. Available at <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Accessed on Dezember 23, 2018.

Farias CHA, Sobrinho JE, Medeiros JF, Costa MC, Nascimento LB e Silva MCC (2003). Crescimento e desenvolvimento do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 7**: 445-450.

Fritsche Neto R e Borém A (2011). **Melhoramento de plantas para condições de estresse abiótico**. Suprema, Visconde do Rio Branco, 250 p.

Gheyi HR, Dias NS, Lacerda CF, Gomes Filho E (2016). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTsal, Fortaleza 504 p.

Gupta B e Huang B (2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization. **Internacional Journal of Genomics 14**: 1-18.

Kusvuran S (2012). Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). **Agrican Journal of Agricultural Research 7**: 775-781.

Morais ERC, Maia CE, Negreiros MZ e Araújo Júnior BB (2010). Crescimento e produtividade do meloeiro Torreon influenciado pela cobertura do solo. **Acta Scientiarum Agronomy 32**: 301-308.

Medeiros CM, Medeiros JF, Pereira FAL, Souza RO e Souza PA (2010). Produção e qualidade de melão cataloupe cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista caatinga 24**: 92-98.



Munns R, Husain S, Rivelli AR, Richard AJ, Condon AG, Megan PL Evans SL, Schachtman DP e Hare RA (2002). Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil** **247**: 93-105.

Nawaz K, Hussain K, Majeed A, Khan F, Afghan S e Ali K (2010). Fatality of salt stress to plant: Morphological, physiological and biochemical aspects. **African Journal of Biotechnology** **9**: 5475-5480.

Nascimento IB, Farias CHA, Silva MCC, Medeiros JF, Sobrinho JE, Negreiros MZ (2002). Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira** **20**: 555 – 558.

Nick C e Borém A (2016). **Melhoramento de Hortaliças**. Editora UFV, Viçosa, 464p.

Pedrotti A, Chagas RM, Ramos VC, Prata APN, Lucas AAT e Santos PB (2015). Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e tecnologia Ambiental** **19**: 1308-1324.

Resende GM e Costa ND (2010). Socioeconomia. In Costa ND (ed). **Sistema de produção de melão**. Embrapa semiárido, Sistema de produção, Petrolina, p. 1 -20.

Richards LA (1954). **Diagnosis and improvement of saline and álcali soils**. Washigton, 160p.

Rouphael Y, Cardarelli M, Rea E e Colla G (2012). Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto Cucurbita hybrid rootstocks. **Photosynthetica** **50**: 180-188.

Taiz L e Zeiger E (2013). **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Artmed, Porto Alegre, 918p.

Valadares RN, Ferreira IVS, Silva JAS, Silva JW, Silva FS, Rocha FAT e Carvalho Filho JLS (2013). **Caracterização morfológica de acessos de melão Caxi coletados em Pernambuco**. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão (JEPEX), Recife.

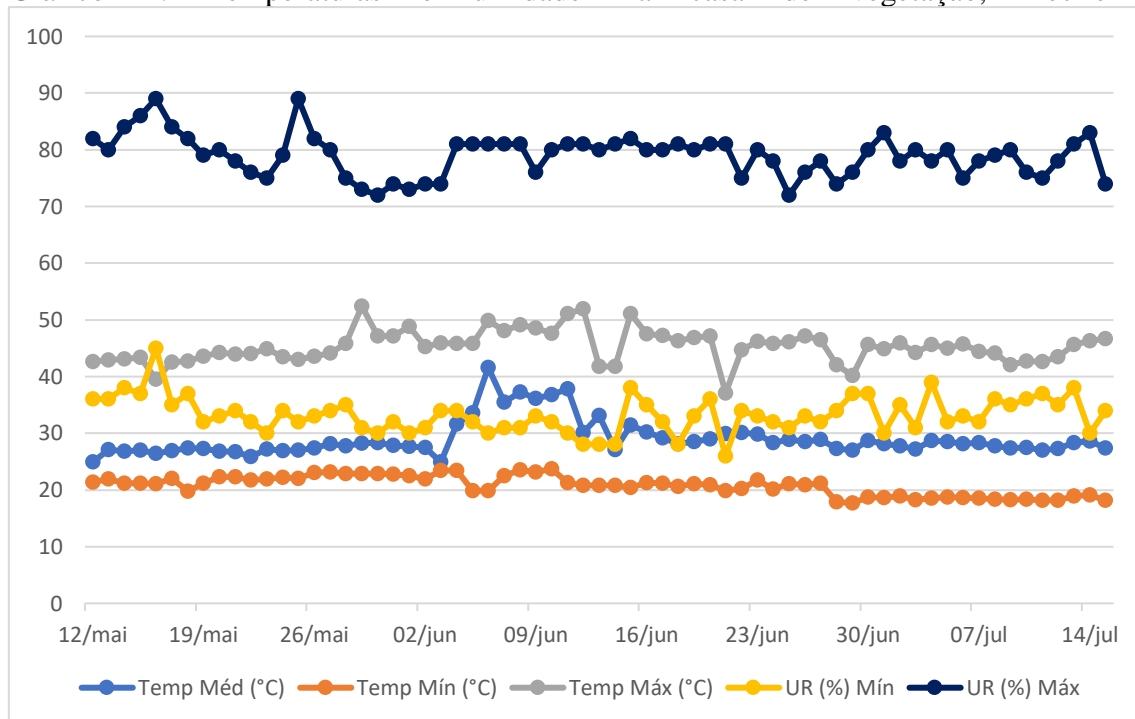
Valadares RN, Melo RAM, Silva JAS, Araújo ALR, Silva FS, Carvalho Filho JLS e Menezes D (2017). Estimativas de parâmetros genéticos e correlações em acessos de melão do grupo momordica. **Horticultura Brasileira** **35**: 557-563.

Valadares NR, Nóbrega DA, Silva JAS, Mendes AQ, Silva FS, Rocha AT, Moura MCCL e Menezes D (2018). Performance of melon from momordica group as affected by pruning

techniques in diferente regions of Brazil. **Journal of Experimental Agriculture Intrnational 29**: 1-6.

Willadino L e Camara TR (2010). Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera 6**: 1-23.

Gráfico 1. Temperaturas e umidade na casa de vegetação, Recife 2018.



Temp Méd (°C) – Temperatura Média, expressa em graus Celsius; Temp Mín (°C) – Temperatura Mínima, expressa em graus Celsius; Temp Máx (°C) – Temperatura Máxima, expressa em graus Celsius; UR Mín – Umidade relativa do ar mínima, expressa em porcentagem; UR Máx – Umidade relativa do ar máxima.

Tabela 1 – Características vegetativas e de floração de meloeiro sob estresse salino.

| CE (dS.m <sup>-1</sup> ) | AP<br>(m) | NF     | AF<br>(cm <sup>2</sup> ) | NFM    | NFF   | MF<br>(g.pl <sup>-1</sup> ) | MS<br>(g.pl <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------|-----------|--------|--------------------------|--------|-------|-----------------------------|-----------------------------|
| 2,0                      | 2,91a     | 59,65a | 298,57a                  | 19,30a | 2,28a | 775,41a                     | 428,43a                     |
| 6,5                      | 2,47b     | 50,65a | 217,82a                  | 21,56a | 1,66a | 565,16b                     | 332,49b                     |
|                          |           | 54,84  | 258,20                   | 20,43  | 1,98  | -                           | -                           |

\*- Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AP – Altura de plantas; NF – Número de folhas; AF – Área foliar; NFM – Número de folhas masculinas; NFF – Número de flores femininas; MF – Massa fresca; MS – Massa seca.

Tabela 2 – Características fisiológicas de meloeiro sob estresse salino em meloeiro.

| CE<br>(dS.m <sup>-1</sup> ) | TF     | Cond  | Ci      | Tr    | Temp   | EIUA  | EICI   | Ca      | H <sub>2</sub> O | Ci/Ca |
|-----------------------------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|--------|---------|------------------|-------|
| 2,0                         | 10,58a | 0,32a | 299,79a | 6,02a | 34,70a | 1,77a | 0,034a | 375,38a | 30,73a           | 0,79a |
| 6,5                         | 9,18b  | 0,27b | 267,75b | 5,45b | 35,91b | 1,68a | 0,035a | 350,61b | 28,01b           | 0,76a |
| Média                       | -      | -     | -       | -     | -      | 1,73  | 0,0345 | -       | -                | 0,77  |

\*- Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TF – Taxa Fotossintética (μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); Cond – Condutância (mol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); Ci – Concentração Intercelular de CO<sub>2</sub> (μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); Tr - Transpiração (μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); Temp – Temperatura Foliar (°C); EIUA – Eficiência Intrínseca no Uso da Água ([μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>][mmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>]<sup>-1</sup>); EICI – Eficiência Instantânea da Carboxilação ([mmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>][ μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>]<sup>-1</sup>); Ca – Concentração de CO<sub>2</sub> na Amostra (μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); H<sub>2</sub>O - Concentração de H<sub>2</sub>O da Amostra ((μmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); Ci/Ca - Relação entre Concentração de CO<sub>2</sub> na amostra e Concentração Intercelular de CO<sub>2</sub> (Admencional).

Tabela 3 – Características de frutos de meloeiro submetidos a estresse salino.

| CE (dS.m <sup>-1</sup> ) | Comp<br>(cm) | Larg<br>(cm) | C/L   | EP<br>(mm) | EC<br>(mm) | DC<br>(mm) | SS<br>(°Brix) | PR<br>(g.pl <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------|--------------|--------------|-------|------------|------------|------------|---------------|-----------------------------|
| 2,0                      | 27,02a       | 10,84a       | 2,61a | 27,93a     | 0,65a      | 55,46a     | 6,04a         | 1429,55a                    |
| 6,5                      | 22,19b       | 9,43b        | 2,54a | 25,71a     | 0,67a      | 49,02a     | 5,87a         | 972,69b                     |
| Média                    | -            | -            | 2,58  | 26,82      | 0,66       | 52,24      | 5,95          | -                           |

\*- Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Comp - Comprimento do fruto; Larg – Largura do fruto; C/L – Relação comprimento/largura; EP – Espessura da polpa; EC – Espessura da casca; DC – Diâmetro da cavidade; °Brix – Grau de sólidos solúveis; PR – Produtividade.

Tabela 4 - Características vegetativas e de floração de genótipos de meloeiro submetidos ao estresse salino.

| Genótipos              | AP<br>(m) | NF     | AF<br>(cm <sup>2</sup> ) | NFM    | NFF   | MF<br>(g.pl <sup>-1</sup> ) | MS<br>(g.pl <sup>-1</sup> ) |
|------------------------|-----------|--------|--------------------------|--------|-------|-----------------------------|-----------------------------|
| A1 S. José do Egito    | 2,49a     | 59,92a | 389,82a                  | 28,58a | 1,58a | 704,12a                     | 426,19a                     |
| A4 Petrolina           | 2,42a     | 64,75a | 273,88a                  | 26,25a | 1,83a | 663,57b                     | 387,53a                     |
| A6 Ibimirim            | 2,36a     | 50,08b | 279,90a                  | 17,83b | 1,58a | 657,51b                     | 372,10a                     |
| A8 S. Talhada          | 2,57a     | 68,58a | 303,90a                  | 21,33a | 2,00a | 715,50a                     | 428,77a                     |
| A14 B. Jardim          | 2,40a     | 57,88a | 268,27a                  | 31,67a | 2,25a | 663,73b                     | 384,68a                     |
| A16 Juazeiro           | 2,38a     | 52,42b | 267,64a                  | 26,75a | 1,75a | 687,10a                     | 413,37a                     |
| A18 S. Tereza do Oeste | 2,31a     | 59,33a | 289,82a                  | 18,92b | 1,33a | 651,03b                     | 368,83b                     |
| SF10/00                | 1,71c     | 40,50c | 188,45b                  | 8,83c  | 1,67a | 676,10b                     | 356,37c                     |
| TORREON                | 2,04b     | 53,67b | 199,47a                  | 15,66c | 2,75a | 658,83b                     | 332,90c                     |
| AL MEL                 | 2,14b     | 41,33c | 223,85a                  | 8,50c  | 3,00a | 625,02c                     | 333,84c                     |
| Média                  | -         | -      | -                        | -      | 1,97  | -                           | -                           |

\*- Médias seguidas pela mesma letra na coluna compõem o mesmo grupo de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. \*- Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AP – Altura de plantas; NF – Número de folhas; AF – Área foliar; NFM – Número de folhas masculinas; NFF – Número de flores femininas; MF – Massa fresca; MS – Massa seca.

Tabela 5 – Características fisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos ao estresse salino.

| Genótipos              | TF     | Cond  | Ci      | Tr    | Temp   | EIUA  | EICI  | Ca      | H <sub>2</sub> O | Ci/Ca |
|------------------------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|---------|------------------|-------|
| A1 S. José do Egito    | 9,34c  | 0,27c | 272,91b | 5,28c | 36,21a | 1,79a | 0,03b | 358,91a | 29,99a           | 0,76b |
| A4 Petrolina           | 10,06c | 0,32b | 292,61a | 5,70c | 35,45b | 1,79a | 0,03b | 364,73a | 29,87a           | 0,80a |
| A6 Ibimirim            | 9,27c  | 0,33b | 290,05a | 5,98b | 35,80b | 1,55b | 0,03b | 362,44a | 29,29a           | 0,80a |
| A8 S. Talhada          | 9,19c  | 0,27c | 272,64b | 5,94b | 36,61a | 1,55b | 0,03b | 365,12a | 29,28a           | 0,74b |
| A14 B. Jardim          | 10,18c | 0,31b | 283,84a | 5,07c | 35,46b | 2,01a | 0,04a | 365,13a | 28,94a           | 0,78b |
| A16 Juazeiro           | 9,74c  | 0,41a | 289,05a | 6,20b | 34,72c | 1,58b | 0,03b | 364,14a | 30,14a           | 0,79a |
| A18 S. Tereza do Oeste | 8,23d  | 0,25c | 273,79b | 5,54c | 35,74b | 1,49b | 0,03b | 359,04a | 28,32a           | 0,76b |
| SF10/00                | 11,02b | 0,22d | 270,23b | 5,61c | 34,82c | 1,96a | 0,04a | 362,06a | 29,21a           | 0,74b |
| Torreón                | 9,40c  | 0,26c | 295,99a | 5,45c | 34,41c | 1,72a | 0,03b | 364,73a | 28,96a           | 0,81a |
| AL MEL                 | 12,38a | 0,32b | 296,62a | 6,61a | 33,88c | 1,90a | 0,04a | 364,05a | 29,68a           | 0,82a |
| Média                  |        |       |         |       |        |       |       | 362,99  | 29,37            |       |

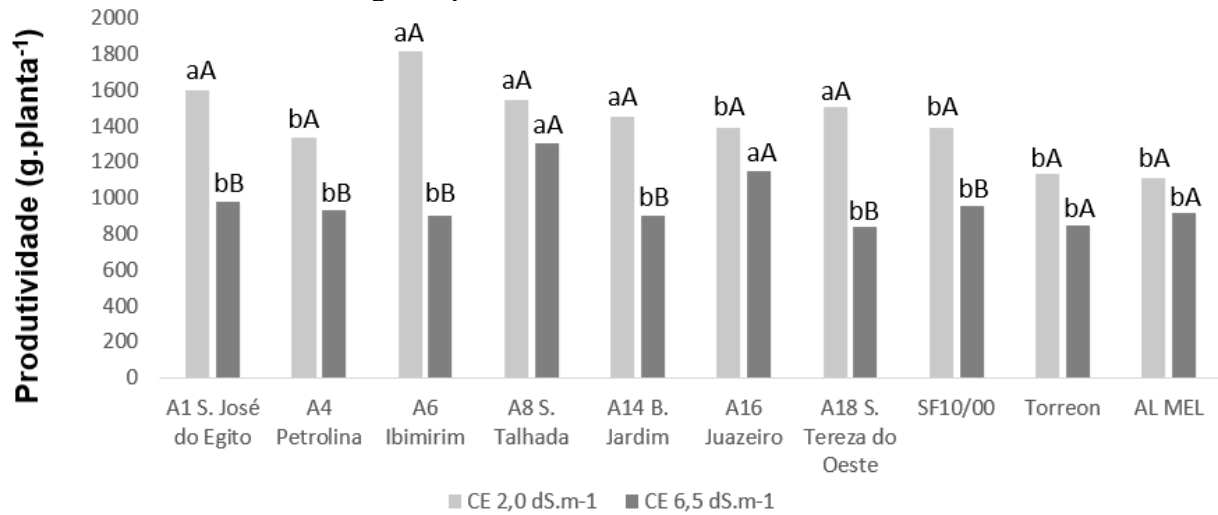
\*- Médias seguidas pela mesma letra na coluna compõem o mesmo grupo de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. TF – Taxa Fotossintética ( $\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Cond – Condutância ( $\text{mol}(\text{H}_2\text{O})\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Ci – Concentração Intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Tr - Transpiração ( $\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Temp – Temperatura Foliar ( $^{\circ}\text{C}$ ); EIUA – Eficiência Intrínseca no Uso da Água ( $[\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}][\text{mmol}(\text{H}_2\text{O})\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ ); EICI – Eficiência Instantânea da Carboxilação ( $[\text{mmol}(\text{H}_2\text{O})\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}][\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}]^{-1}$ ); Ca – Concentração de  $\text{CO}_2$  na Amostra ( $\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); H<sub>2</sub>O - Concentração de H<sub>2</sub>O da Amostra ( $\mu\text{mol}(\text{H}_2\text{O})\text{m}^{-2}\text{S}^{-1}$ ); Ci/Ca - Relação entre Concentração de  $\text{CO}_2$  na amostra e Concentração Intercelular de  $\text{CO}_2$  (Admencional). Acessos de melão caxi: A1 – São José do Egito; A4 – Petrolina; A6 – Ibimirim; A8 - Serra Talhada; A14 – Belo Jardim; A16 – Juazeiro; A18 Santa Tereza do Oeste.

Tabela 6 – Características de frutos de meloeiros submetidos ao estresse salino.

| Genótipos              | Comp<br>(cm) | Larg<br>(cm) | C/L   | EP<br>(mm) | EC(mm)                 |                        | DC<br>(mm) | SS<br>(°Brix) |
|------------------------|--------------|--------------|-------|------------|------------------------|------------------------|------------|---------------|
|                        |              |              |       |            | 2,0 dS.m <sup>-1</sup> | 6,5 dS.m <sup>-1</sup> |            |               |
| A1 S. José do Egito    | 30,84a       | 10,04b       | 3,03a | 25,45b     | 0,40b                  | 0,50d                  | 56,80a     | 3,94b         |
| A4 Petrolina           | 28,24a       | 9,17b        | 3,09a | 23,63b     | 0,46b                  | 0,50d                  | 45,95b     | 4,06b         |
| A6 Ibimirim            | 30,32a       | 8,79b        | 3,47a | 19,45c     | 0,38b                  | 0,50d                  | 50,59a     | 4,77b         |
| A8 S. Talhada          | 28,65a       | 9,61b        | 3,08a | 26,36b     | 0,50b                  | 0,50d                  | 58,30a     | 3,92b         |
| A14 B. Jardim          | 27,71a       | 9,53b        | 2,93a | 20,61c     | 0,50b                  | 0,50d                  | 55,99a     | 4,04b         |
| A16 Juazeiro           | 29,95a       | 9,65b        | 3,12a | 25,28b     | 0,50b                  | 0,50d                  | 52,60a     | 3,67b         |
| A18 S. Tereza do Oeste | 26,69a       | 8,04b        | 3,47a | 22,98b     | 0,50b                  | 0,50d                  | 41,97b     | 4,01b         |
| SF10/00                | 15,45b       | 12,73a       | 1,23b | 36,77a     | 1,04a                  | 0,81c                  | 53,69a     | 9,73a         |
| Torreón                | 13,27b       | 11,44a       | 1,16b | 34,21a     | 1,06a                  | 1,30a                  | 47,67b     | 10,25a        |
| AL MEL                 | 14,27b       | 12,37a       | 1,22b | 32,39a     | 0,98a                  | 1,14c                  | 58,87a     | 11,13a        |

\*- Médias seguidas pela mesma letra na coluna compõem o mesmo grupo de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Comp - Comprimento do fruto; Larg - Largura do fruto; C/L - Relação comprimento/largura; EP - Espessura da polpa; EC - Espessura da casca; DC - Diâmetro da cavidade; °Brix - Grau de sólidos solúveis.

Gráfico 2. Produtividade de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade.



\*- Médias seguidas pela mesma letra minúsculas formam o mesmo grupo na comparação entre os genótipos de acordo com o teste de agrupamentos de Skott Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



## **CAPÍTULO IV**

### **ESTRATÉGIAS FENÔMICAS PARA SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO TOLERANTES À SALINIDADE**

## **ESTRATÉGIAS FENÔMICAS PARA SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO TOLERANTES À SALINIDADE**

### **RESUMO**

O melhoramento genético de plantas busca o desenvolvimento de estratégias e métodos que facilitem a seleção de genótipos. Uma das áreas da biologia que tem crescido nos últimos anos com esse objetivo é a fenômica, buscando métodos precisos e eficientes na seleção e identificação de genótipos superiores. Uma das possíveis aplicações da fenômica é na seleção e identificação de genótipos tolerantes a salinidade. O objetivo desse trabalho foi desenvolver estratégias fenômicas para seleção de genótipos de meloeiro tolerantes à salinidade. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife, entre os meses de maio e julho de 2018. O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, com três repetições, sendo avaliados 10 genótipos de melão em duas condutividades elétricas. Cada parcela foi representada por quatro plantas. Os genótipos utilizados foram: SF 10/00, Torreón, AL Mel e sete acessos do grupo momordica. As duas condutividades elétricas foram  $2,0 \text{ dS.m}^{-1} (\pm 0,10)$  e  $6,5 \text{ dS.m}^{-1} (\pm 0,10)$  fornecidas na solução nutritiva. Foram utilizadas nas análises apenas as características de reflectância que apresentaram variação entre os tratamentos. A análise realizada para determinação da contribuição na relação das variáveis principais (altura, percentual de matéria seca e Produtividade) com a contribuição das variáveis secundárias (Fotossíntese, Condutância, Chroma, Green NDVI, NIR/G (cinza), Green channel (cinza), NIR channel e Canopy (cinza), Canopy (azul)) foi a correlação canônica. A partir dos resultados obtidos foram determinadas as equações para estimação das principais características em função das características secundárias. O terceiro par canônico apresentou altas correlações para as três características principais, associando o aumento da altura de plantas, percentual de matéria seca e produtividade à redução da fotossíntese, Green NDVI e NIRG cinza, além do aumento da condutância, aumento do valor do Chroma e índice NIRG Cinza. A utilização de imagens multiespectrais associadas a características fisiológicas é uma estratégia viável para programas de melhoramento visando tolerantes. Os parâmetros de reflectância Green NDVI, NIR Channel, Green Channel, Canopy cinza e Canopy azul fornecem informações confiáveis para seleção de genótipos de meloeiro tolerantes à salinidade. A fotossíntese e condutância são características utilizadas como fator de correção das características ambientais que influenciam as imagens multiespectrais.

**Palavras chaves:** *Cucumis melo* L., fenotipagem de alto rendimento, condutividade elétrica.

## **PHENOMICAL STRATEGIES FOR SELECTING OF TOLERANT MELON GENOTYPES**

### **ABSTRACT**

The genetic breeding of plants seeks the development of strategies and methods that facilitate the selection of genotypes. Among the areas of biology one has been gaining prominence in the last years with this objective is the phenomenon, searching for precise and efficient methods of selection and identification of superior genotypes. One possible application of fenômica is the selection and identification of salinity tolerant genotypes. The objective of this work was to develop phenological strategies for selecting of salinity tolerant melon genotypes. The experiment was carried out in a complete randomized block design in the subdivided plot with three replicates. Were evaluated 10 melon genotypes (subplots) under two electrical conductivities (plots). Each plot was represented by four plants. The genotypes studied were the SF 10/00, Torreón, AL Mel cultivars and seven accessions of the momordica group, A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro and A18 Santa Tereza do Oeste. The two electrical conductivities (EC) were 2.0 dS.m<sup>-1</sup> ( $\pm$  0.10) and 6.5 dS.m<sup>-1</sup> ( $\pm$  0.10), provided in the nutrient solution. Only the reflectance characteristics that showed variation between the treatments were analysed. Canonical correlation were performed for determining the contribution in the relation between the main variables (height, percentage of dry matter and Productivity) with the contribution of the secondary variables (Photosynthesis, Condutance, Chroma, Green NDVI, NIR / G, NIR channel, Canopy (gray) and Canopy (blue)). From the obtained results were determined the equations for estimating the main characteristics in function of the secondary characteristics. The third canonical pair showed high correlations for the three main characteristics, associating the increase of plant height, percentage of dry matter and productivity with the reduction of the photosynthesis, indexes Green NDVI and NIRG gray, besides increase of the conductance, Chroma value and NIRG Gray index. The use of multispectral images associated with physiological characteristics is a viable strategy for breeding programs aiming tolerant. The Green NDVI, NIR Channel, Green Channel, Gray Canopy and Blue Canopy reflectance parameters provide reliable information for selection of salinity tolerant melon genotypes. The

photosynthesis and conductance are characteristics used as a correction factor of the environmental characteristics that influence the multispectral images.

**Keywords:** *Cucumis melo* L., high yield phenotyping, electrical conductivity.

## INTRODUÇÃO

O melhoramento de plantas atualmente compreende as aplicações do conhecimento científico aliado à arte, visando a obtenção de genótipos com características superiores, principalmente o aumento de produtividade que pode ser obtido por meio direto e indireto (Bueno et al. 2006). Desde que a ciência passou a ser utilizada como base para o melhoramento foi iniciada uma busca constante por técnicas e métodos que facilitem a obtenção de novas cultivares, dentre as quais destacam-se a genômica, e nos últimos anos, a fenômica (Fritsche Neto and Borém 2011).

A fenômica, também conhecida como fenotipagem de alto rendimento ou de próxima geração, é uma nova área da biologia que objetiva a caracterização e mensuração das características bioquímicas e físicas de um indivíduo, empregando tecnologias que permitam a diferenciação precisa de indivíduos a campo, aplicando conhecimentos de diversos ramos da ciência para atingir os objetivos do melhoramento genético de plantas. O grande desafio dessa ciência é a necessidade de pesquisas de base para posterior aplicação no campo agrícola com plataformas eficientes para distinguir indivíduos com características diferenciadas, como resistência a fitopatógenos, pragas e tolerância a estresses (Fritsche Neto and Borém 2015).

Atualmente, um dos grandes problemas encontrados na agricultura de regiões semi-áridas é a salinização de solos e da água, fator que compromete o rendimento de diversas espécies vegetais. O meloeiro é uma das poucas espécies agrícolas que apresentam moderada tolerância à salinidade, por isso, aumentar seu potencial para tolerar maiores concentrações de sais potencializa o cultivo da espécie em regiões com incidência da salinidade, porém, a grande limitação na seleção de genótipos tolerantes é o tempo para alcançar o objetivo, necessitando então da aplicação de tecnologia para aumentar a eficiência do processo (Fritsche Neto and Borém 2015, Willadino and Camara 2010).

Para aplicação da fenotipagem no melhoramento é necessário encontrar relações entre as características de diferentes naturezas, como a produtividade, crescimento vegetativo, aspectos fisiológicos, bioquímicos, coloração, entre outros, podendo ser utilizadas as folhas, raízes e outras estruturas da planta, para que, a partir dessas informações, seja possível descrever uma estratégia de seleção por meio de aparato tecnológico de fácil manuseio e baixo custo (Fritsche Neto and Borém 2014, Fiorani and Schurr 2013).

O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver estratégias por meio da fenômica para seleção de genótipos de meloeiro tolerantes à salinidade.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no Departamento de Agronomia, área de Fitotecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife - PE, cujas coordenadas geográficas são de 8°02'68" de latitude Sul e 34°56'61" de longitude Oeste, com 6 m de altitude. A pesquisa ocorreu durante o período de maio a julho de 2018, em estufa coberta com plástico difuso e laterais com tela vermelha. As temperaturas e umidades durante o período foram mensuradas por meio de um termo-higrômetro digital ICEL Manaus modelo HT-208, cujos dados coletados estão presentes no Gráfico 1.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas (10 x 2) com três repetições, sendo avaliados 10 genótipos de melão (subparcelas) em duas condutividades elétricas (parcelas). Cada parcela foi representada por quatro plantas. Os genótipos utilizados foram: SF 10/00 (Top Seed<sup>®</sup>, grupo inodorus), Torreon (Top Seed<sup>®</sup>, grupo cantalupensi), AL Mel (UFAL, cultivar obtida a partir da hibridação entre cultivares dos grupos inodorus e cantalupensi) e sete acessos do grupo momordica (A1 São José do Egito, A4 Petrolina, A6 Ibimirim, A8 Serra Talhada, A14 Belo Jardim, A16 Juazeiro, A18 Santa Tereza do Oeste). As duas condutividades elétricas foram 2,0 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10) e 6,5 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10) fornecidos na solução nutritiva.

A primeira etapa da pesquisa foi a produção de mudas, sendo as sementes semeadas em bandejas de isopor de 128 células, e acondicionadas em bancada hidropônica em casa de vegetação, utilizando solução nutritiva para fase vegetativa. Após 10 dias do plantio foi

realizado o transplante para canteiros de alvenaria. Cada unidade experimental ocupou uma área de (2,55 x 0,20 m) e uma profundidade de 0,20 m. Cada unidade experimental foi impermeabilizada com filme plástico de polietileno. Para drenar eventuais excessos de água foram instalados tubos de drenagem na direção longitudinal de cada canteiro, de modo que qualquer residual drenado voltava para a solução do solo, formando um ciclo fechado. Esses canteiros foram preenchidos com solo arenoso, com as seguintes características físicas: 251 g.kg<sup>-1</sup> de areia grossa; 394 g.kg<sup>-1</sup> de areia fina; 207 g.kg<sup>-1</sup> de silte; 148 g.kg<sup>-1</sup> de argila; 117 g.kg<sup>-1</sup> de argila dispersa em água; 52% de graus de floculação; 1,39 de relação silte/argila; 1,56 de relação areia fina/areia grossa; 1,20 g.cm<sup>-3</sup> de densidade do solo e 2,61 g.cm<sup>-3</sup> de densidade das partículas.

As características químicas do solo foram: pH – 5,4; Ca – 1,1 cmol.cm<sup>-3</sup>; Mg – 0,7 cmol.cm<sup>-3</sup>; Al – 0,17 cmol.cm<sup>-3</sup>; Na - 0,01 cmol.cm<sup>-3</sup>; K – 0,01 cmol.cm<sup>-3</sup>; P – 1,05 mg.dm<sup>-3</sup>; C.O. - 4,77 g.kg<sup>-1</sup>; M.O. – 9,05 g.kg<sup>-1</sup>; H + Al – 3,50 g.kg<sup>-1</sup>; condutividade elétrica de 0,68 dS.m<sup>-1</sup>. A solução nutritiva foi fornecida por meio de sistema de irrigação por gotejamento, com vazão de 0,60 L.h<sup>-1</sup> por gotejador, cada planta foi irrigada por dois gotejadores. Foram realizados sete turnos de regas nos horários de 5:00; 7:30; 10:00; 11:30; 12:30; 13:30 e 15:00 h, com tempos de irrigação de 4 min no início do ciclo e 15 min por turno ao final do ciclo, mantendo o solo com cerca de 50% da capacidade de campo.

A solução nutritiva fornecida na fase vegetativa apresentou a seguinte formulação para volume de 2000 L: Nitrato de Potássio – 1100 g; Nitrato de Cálcio – 1767 g; MKP – 440 g; Sulfato de Magnésio – 900 g; Quelatec – 51 g; Ultraferro – 51 g e Ácido Bórico – 133 ml (3,3g). Na fase de floração e frutificação a solução nutritiva fornecida apresentava a seguinte constituição para volume de 2000 L: Nitrato de Potássio – 1050 g; Nitrato de Cálcio – 1500 g; MKP – 500 g; Sulfato de Magnésio – 950 g; Sulfato de Potássio – 300 g; Cloreto de Potássio – 450 g; Quelatec – 60 g; Ultraferro – 60 g; Ácido Bórico – 170 ml (4,25 g). Nas duas formulações o pH foi mantido em 6,0 e a condutividade elétrica de 2,0 dS.m<sup>-1</sup> (±0,10 dS.m<sup>-1</sup>) (condutividade padrão), sendo elevada para 6,5 dS.m<sup>-1</sup> adicionando Cloreto de Sódio (Na Cl).

Após o transplante, as plantas foram conduzidas em sistema de tutoramento vertical com auxílio de podas de condução. Essas podas foram realizadas com a eliminação do ápice do ramo primário após apresentar três folhas, para forçar o desenvolvimento de ramos secundários, foram mantido-se dois ramos secundários por planta. Os ramos terciários foram eliminados até

a oitava folha do ramo secundário, a partir daí foram mantidos os ramos secundários livres. Para suporte dos frutos foi utilizado um suporte com redes, em que foi mantido um fruto por planta.

O controle de insetos foi realizado com aplicações semanais de bt Dipel® (*Bacillus thuringiensis*, var. kurstaki, linhagem HD-1), na concentração de 1g/L de água. O controle de fungos foi realizado com seis aplicações alternadas de Score®, Amistar® e Cercobin® seguindo as recomendações de cada fabricante para a cultura.

Aos 40 DAT foram mensuradas as variáveis fisiológicas na oitava folha, contada a partir do ápice, com o auxílio do IRGA (analisador de gás no infravermelho) LCpro+, com fonte de luz passiva, entre 11:30 e 12:30 h. As variáveis analisadas foram a condutância estomática (Cond) e taxa fotossintética (TF).

Aos 40 DAT foi avaliada a altura da planta (AP), mensurada com fita métrica do colo da planta até a altura da última folha formada. A colheita ocorreu entre 67 e 74 DAT a depender da maturação da cultivar, sendo a produtividade mensurada seguindo a metodologia adotada por Valadares et al. (2017). Após a colheita, a parte aérea da planta foi colocada em saco de papel e realizada a pesagem da massa fresca (MF), na sequência os sacos foram levados à estufa de circulação forçada com temperatura regulada para 65–70°C, onde permaneceram até atingir peso constante, obtendo-se assim a massa seca da planta (MS).

Aos 40 dias foram realizadas as avaliações de colorimetria, utilizando o colorímetro Minolta CR-400, previamente calibrado em superfície branca. As leituras foram realizadas na região mediana a 1 cm da nervura, a folha utilizada foi a oitava, contando a partir do ápice. Os parâmetros obtidos foram L\*, a\* e b\*. O valor de a\* caracteriza a coloração na região vermelha (+a\*) para a coloração verde (-a\*). O valor de b\* indica a coloração do amarelo (+b\*) para o azul (-b\*). O valor de L\* corresponde à luminosidade refletida, variando do branco (L=100) para o preto (L=0). A partir desses parâmetros foram calculados o Chroma, a partir da relação entre os valores de a\* e b\*, obtendo-se a coloração real do objeto analisado. Para calcular o chroma foi utilizada a seguinte equação.

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

As mesmas folhas que foram utilizadas na avaliação da colorimetria foram, na sequência, fotografadas com câmera multiespectral, modelo ADC-Lite (RAW 2<sup>10</sup> bits), com

distância de 1m da folha, ficando essa em superfície plana de coloração preta. A partir dessas fotografias foi utilizado o software Pixel Wrench2<sup>®</sup> para quantificar o comprimento de onda refletido de cada folha, segundo a metodologia descrita pelo fabricante da câmera, disponível em tetracam.com. Os comprimentos de onda verificados foram: índice de vegetação por diferença 750/550 (green NDVI), infravermelho próximo (NIR/G), canal verde (Green Channel) e canopy (CP). As leituras desses parâmetros permitiram a observação da reflectância dos espectros presentes na Tabela 1.

Foram utilizadas nas análises apenas as características de reflectância que apresentaram variação entre os tratamentos. A correlação canônica foi utilizada para determinação da contribuição na relação das variáveis principais (AP, %MS e PR) com a contribuição das variáveis secundárias (FT, CD, Chroma, Green NDVI, NIR/G (cinza), Green channel (cinza), NIR channel e Canopy (cinza), Canopy (azul)). A partir dos resultados obtidos foram determinadas as equações para estimação das principais características em função das características secundárias, utilizando a metodologia de regressão linear múltipla. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Genes (Cruz 2006a, Cruz 2006b).

Durante a execução do experimento foram realizadas amostragens de solo aos 15, 30, 45, 60 e 74 dias após o transplante (DAT) para verificação da progressão da condutividade elétrica (CE) no solo utilizando a pasta de saturação. Para a obtenção dos extratos da pasta de saturação, foram pesados 500 g da TFSA (areia total + silte + argila) em recipientes apropriados, adicionando-se água destilada até que atingisse o ponto de pasta de saturação representado pelo aspecto espelhado e deslizamento da pasta da espátula, como descrito por Richards (1954); em seguida, vedaram-se os recipientes para evitar perdas de água da pasta por evaporação, mantendo as pastas nestas condições por 24 horas, logo após esse intervalo, as pastas foram colocadas em sistema de vácuo (funil de Büchner-kitassato-bomba) para a obtenção dos extratos de pasta de saturação acondicionando-os em tubos Falcons de 50 mL hermeticamente fechados e mantidos sob refrigeração para análises posteriores.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As amostragens de solo realizadas aos 15, 30, 45, 60 e 74 dias após o transplante (DAT) para verificação da progressão da condutividade elétrica (CE) no solo apresentaram nas parcelas irrigadas com solução de CE 2,0 dS.m<sup>-1</sup> leituras respectivamente de 2,43; 2,96; 3,53; 4,22 e



5,71 dS.m<sup>-1</sup>. Nas parcelas que receberam solução de 6,5 dS.m<sup>-1</sup> as leituras foram 7,11; 8,23; 10,87; 12,15 e 14,20 dS.m<sup>-1</sup>.

Na Tabela 2 encontram-se as correlações canônicas e os pares canônicos estimados entre componentes primários (grupo I) e secundários (grupo II) dos genótipos de meloeiro submetidos à salinidade, em que pode-se observar que as correlações canônicas foram elevadas e significativas a 1% de probabilidade pelo teste do Qui-quadrado. Verifica-se que os grupos não são independentes e que as associações intergrupos são estabelecidas.

O primeiro par canônico apresentou correlação mediana, associando o aumento da altura de plantas à redução na fotossíntese e no reflexo do Green NDVI e aumento do reflexo NRI channel. O segundo par canônico apresentou correlações medianas e baixas, associando também a altura de plantas à redução do reflexo Green NDVI e aumento do NRI channel e Canopy cinza e azul. O terceiro par canônico apresentou altas correlações para as três características principais, associando o aumento da AP, %MS e PR à redução da taxa de fotossíntese, aumento da condutância, aumento do valor do Chroma e NIRG Cinza, além da redução dos reflexos de Green NDVI e NIRG Cinza.

A relação do aumento das principais características do meloeiro com a redução da fotossíntese e aumento da condutância estomática pode ser explicada devido à capacidade de cada genótipo tolerar o estresse salino, em que plantas com melhor adaptação ao estresse gastam menos energia e, conseqüentemente, apresentam maior eficiência fotossintética, possibilitando redução da taxa fotossintética. Essa eficiência pode ser explicada também pela eficiência na absorção de CO<sub>2</sub>, com o maior tempo de abertura dos estômatos, maior a concentração de CO<sub>2</sub> nas células, além da capacidade de trocas gasosas com o ambiente, que permitem o equilíbrio hídrico e térmico da planta (Aragão et al. 2009, Souza et al. 2011, Taiz and Zeiger 2006).

Quanto à reflectância, plantas submetidas à salinidade apresentam coloração azul acinzentada devido à redução do teor de clorofila, conseqüentemente apresentam menor reflexo devido à maior absorção de energia espectral, podendo causar aumento de temperatura e uma série de reações em cadeia, além disso as folhas de plantas estressadas apresentam coloração com menor saturação ou intensidade da cor, podendo esses parâmetros serem utilizados na análise das imagens multiespectrais para fins de seleção e identificação de plantas potencialmente tolerantes à salinidade (Aragão et al. 2009, Gurgel et al. 2010, SOUZA et al. 2011).

Na Tabela 3, encontram-se as equações para estimação das características AP, %MS e PR em função das características fisiológicas e de reflectância. A partir da aplicação dessas equações é possível selecionar genótipos tolerantes à salinidade em função da taxa fotossintética, condutância, da coloração refletida por meio do colorímetro (Chroma) e do processamento de imagens multiespectrais.

A utilização de características com propriedades diferentes permite a seleção indireta com alta precisão dos resultados, é observado que os coeficientes de determinação foram superiores a 80%, e com a utilização de grande número de características as chances de erro, em função de características ambientais, são minimizadas, possibilitando, assim, utilizar tais informações em programas de melhoramento do meloeiro visando obter novas cultivares tolerantes à salinidade. Segundo Cruz et al. (2014), uma das maneiras de aumentar a chance de êxito em um programa de melhoramento é por meio da seleção simultânea de características.

Em função desses resultados a estratégia que pode ser utilizada por programas de melhoramento que visem desenvolver cultivares tolerantes deve utilizar com critério de seleção as características agronômicas aliadas a características de alta precisão mensuradas por equipamentos que minimizam os erros provenientes do ambiente, principalmente devido à associação entre análises de imagens multiespectrais e características fisiológicas, que permitem analisar a planta de uma visão interna e externa, das quais as imagens da câmara multiespectral fornecem uma macro visão e as características fisiológicas fornecem uma micro visão, podendo ser utilizada como fator de correção da influência ambiental.

Os caracteres de reflectância Green NDVI, NIR Channel, Green Channel, Canopy cinza e Canopy azul fornecem informações confiáveis para seleção de genótipos de meloeiro tolerantes à salinidade, porém essas características podem sofrer influências devido a variações no ambiente de avaliação, necessitando de outras características que permitam as correções dos aspectos ambientais, como a taxa fotossintética e a condutância, que fornecem informações precisas da situação atual da planta.

Segundo Hernández et al. (2014) o uso da reflectância por meio dos índices apresenta potencial para detecção precoce de efeitos da salinidade em plantas, qual identificou utilizando um espectrômetro que os índices que apresentaram os melhores resultados foram o NDVI e WINDVI, diferentemente dos resultados encontrados nessa pesquisa utilizando câmera espectral, no qual o NDVI foi um parâmetro que não apresentou diferenças entre plantas

estressadas e sadias. Esse fato ocorreu provavelmente devido à influência da iluminação natural na câmera multiespectral.

Para a seleção de plantas em campo, pode-se utilizar a câmera multiespectral em drones, a partir do processamento e interpretação das imagens multiespectrais deve-se, com auxílio do IRGA e colorímetro, confirmar as plantas indicadas como tolerantes ao estresse. Segundo Fritsche-Neto and Borém (2015), para que esse estudo de base possa ser aplicado no campo deve-se avançar em pesquisas para determinar metodologias exatas para aumento da precisão dos resultados obtidos, como a determinação dos horários de avaliação, exigências de iluminação, influência de ventos e, principalmente, das características da espécie estudada, como a variabilidade genética. Os resultados encontrados nessa pesquisa atingiram o principal objetivo da fenômica para o melhoramento, o aumento da eficiência na identificação e seleção de genótipos tolerantes à salinidade.

## CONCLUSÕES

A utilização de imagens multiespectrais associadas a características fisiológicas é uma estratégia viável para programas de melhoramento do meloeiro visando tolerância à salinidade.

Os caracteres de reflectância Green NDVI, NIR Channel, Green Channel, Canopy cinza e Canopy azul fornecem informações confiáveis para seleção de genótipos de meloeiro tolerantes à salinidade.

A fotossíntese e condutância são características utilizadas como fator de correção das características ambientais que influenciam as imagens multiespectrais.

## REFERÊNCIAS

Aragão CA, Santos, JS, Queiroz, SOP and França B (2009). Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga 22**: 161-169.

Bueno LC, Mendes ANG, Carvalho SP (2006). **Melhoramento Genético de Plantas**. Editora UFLA, Lavras, 319p.

Cruz CD (2006a). **Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes**. Viçosa, Editora UFV, 285p.

CARVALHO, I.D.E. Respostas agronômicas e ecofisiológicas de genótipos de meloeiro submetidos à salinidade para desenvolvimento de estratégias de seleção

Cruz CD (2006b). **Programa Genes - Análise multivariada e simulação**. Viçosa, Editora UFV, 175p.

Cruz CD, Carneiro PCS and Regazzi AJ (2014). **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 668p.

Fiorani F and Schurr U (2013). Future for plant phenotyping. **Annual Review of Plant Biology** **64**: 267-291.

Fritsche Neto R and Borém A (2011). **Melhoramento de plantas para condições de estresse abiótico**. Suprema, Visconde do Rio Branco, 250 p.

Fritsche Neto R and Borém A (2014). **Omics in plant breeding**. John Wiley & Sons, Iowa, 127 p.

Fritsche Neto R and Borém A (2015). **Fenômica: como a fenotipagem de próxima geração está revolucionando o melhoramento de plantas**. Editora UFV, Viçosa, 216p.

Gurgel TG, Ghey HR and Oliveira FHT (2010). Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Ciência Agronômica** **41**: 18 – 28.

Hernández EI, Melendez-Pastor I, Navarro-Pedreno, J and Gómez I (2014). Spectral índices for the detection of salinity effects in melon plants. **Scientia Agricola**: **71**: 324-330.

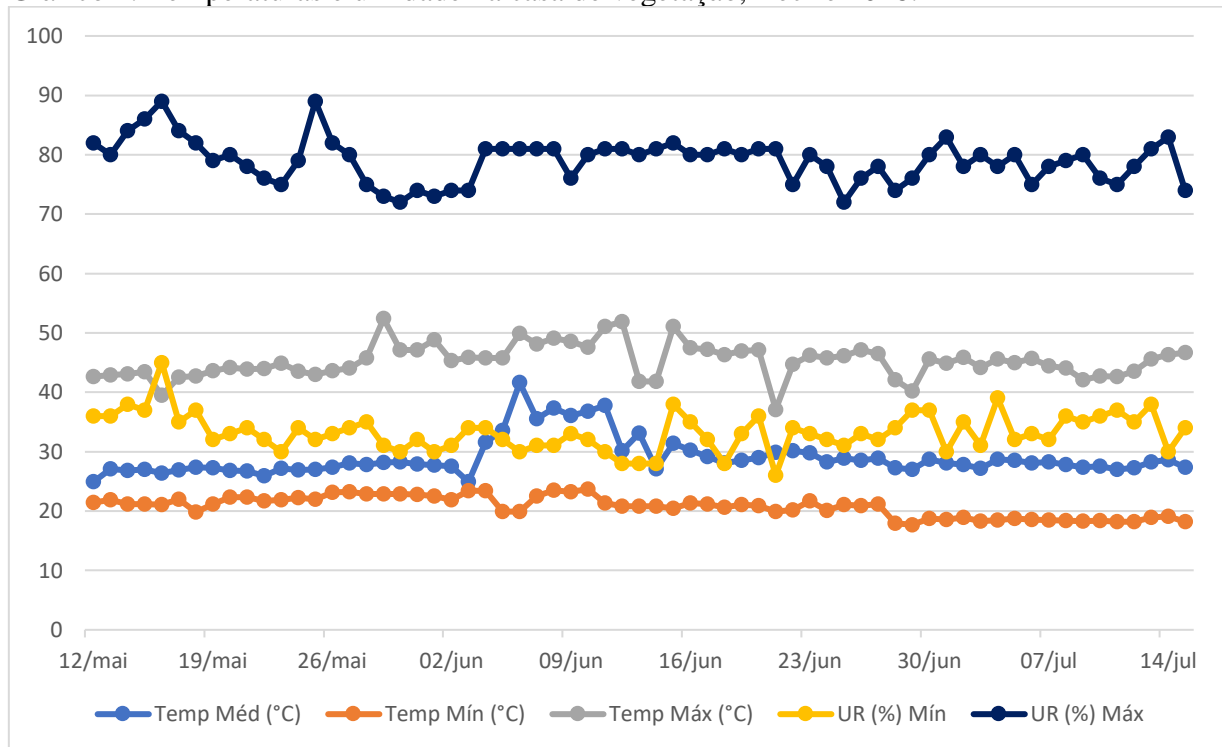
Richards LA (1954). **Diagnosis and improvement of saline and álcali soils**. Washigton, 160p.

Souza PR, Machado EC, Silveira JAG and Ribeiro RV (2011). Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetidos à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **46**: 586 - 592.

Taiz L and Zeiger E (2006). **Fisiologia vegetal**. 3ed. Art-med, Porto Alegre, 719p.

Willadino L and Camara TR (2010). Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera** **6**: 1-23.

Gráfico 1. Temperaturas e umidade na casa de vegetação, Recife 2018.



Temp Méd (°C) – Temperatura Média, expressa em graus Celsius; Temp Mín (°C) – Temperatura Mínima, expressa em graus Celsius; Temp Máx (°C) – Temperatura Máxima, expressa em graus Celsius; UR Mín – Umidade relativa do ar mínima, expressa em porcentagem; UR Máx – Umidade relativa do ar máxima.

Tabela 1. Espectros de luz e reflexo das folhas do meloeiro submetido à salinidade.

| Parâmetro     | Resolução Radiométrica |
|---------------|------------------------|
| Green NDVI    | Cinza                  |
| NIR/G         | Cinza                  |
| Green Channel | Cinza                  |
| Canopy (CP)   | Cinza, vermelho, azul  |

Tabela 2. Correlações canônicas e pares canônicos entre as características de maior importância para o campo para as características secundárias.

| Variável               | Fatores Canônicos |        |        |
|------------------------|-------------------|--------|--------|
|                        | 1°                | 2°     | 3°     |
| AP                     | 0,48              | 0,31   | 0,81   |
| %MS                    | 0,30              | -0,22  | 0,93   |
| PR                     | -0,42             | 0,06   | 0,91   |
|                        | V1                | V2     | V3     |
| FT                     | -0,30             | -0,15  | -0,35  |
| Cond                   | 0,23              | 0,03   | 0,37   |
| Chroma                 | -0,05             | -0,27  | 0,26   |
| Green NDVI             | -0,33             | -0,77  | -0,36  |
| NIR/G (Cinza)          | -0,22             | 0,03   | 0,28   |
| Green Channel<br>cinza | -0,13             | 0,13   | -0,27  |
| NIRchannel             | 0,32              | 0,66   | 0,06   |
| Canopy cinza           | -0,27             | 0,51   | 0,19   |
| Canopy azul            | 0,06              | 0,54   | 0,16   |
| <i>P</i>               | 1,01              | 0,99   | 0,99   |
| <i>X</i> <sup>2</sup>  | 1371,13           | 645,82 | 259,09 |
| GL                     | 27                | 16     | 7      |
| <i>A</i>               | < 0,01            | < 0,01 | < 0,01 |

AP – Altura de Plantas (m); %MS CEP – Percentual de Matéria Seca (%); PR CEP – produtividade (kg.planta<sup>-1</sup>); TF – Taxa fotossintética (μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); CD – Condutância (mol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); Ch – Chroma (adimensional); GN – Green NDVI (adimensional); Nc – NIRG cinza (adimensional); Gc – Green channel (adimensional); Cc – Canopy cinza (adimensional); Canopy azul (adimensional).

Tabela 3. Equações de estimação das características de produção e crescimento em função das características fotossintéticas e de reflectância.

| Característica obtida | Regressão  | R <sup>2</sup> (%) |
|-----------------------|--|--------------------|
| AP CEP                | $AP = 0,05TF + 0,07Ch - 0,02 GN - 0,01 Nc - 0,003Gc - 0,02Cc - 0,01Ca + 8,83$                    | 90,66              |
| %MS CEP               | $\%MS = - 0,12TF + 1,82Ch - 0,21 GN - 0,34Nc - 0,11Gc - 1,08Cc - 0,14 Ca + 227,65$               | 95,13              |
| PR CEP                | $PR = - 48,93TF + 39,01Ch - 10,21GN - 1,66Nc + 5,01 Gc + 21,98 Ca + 2751,86$                     | 80,63              |
| AP CEE                | $AP = -0,07 TF - 0,19 Ch + 0,01GN - 0,01Gc - 0,03 Nc + 0,05Cc - 0,001Ca + 7,47$                  | 97,03              |
| %MS CEE               | $\%MS = -23,94 TF + 222,91 Cd - 0,90 Ch + 4,54 GN + 1,95Nc + 0,29Gc - 0,58Cc + 0,73 Ca - 812,64$ | 99,66              |
| PR CEE                | $PR = 151,41TF - 19,46Ch - 34,08GN - 1,58Nc - 7,74 Gc - 8,29 Cc + 1,92 Ca + 7247,17$             | 91,00              |

AP CEP – Altura de Plantas (m) na condutividade elétrica padrão (2,0 dS.m<sup>-1</sup>); %MS CEP – Percentual de Matéria Seca (%) na condutividade elétrica padrão (2,0 dS.m<sup>-1</sup>); PR CEP – produtividade (kg.planta<sup>-1</sup>) na condutividade elétrica padrão (2,0 dS.m<sup>-1</sup>); AP CEE – Altura de plantas (m) em condutividade elétrica elevada (6,5 dS.m<sup>-1</sup>); %MS CEE – Percentual de Matéria Seca (%) na condutividade elétrica elevada (6,5 dS.m<sup>-1</sup>); PR CEE – Produtividade (kg.planta<sup>-1</sup>) na condutividade elétrica elevada (6,5 dS.m<sup>-1</sup>). TF – Taxa fotossintética (μmol (CO<sub>2</sub>)m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); CD – Condutância (mol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>); Ch – Chroma (adimensional); GN – Green NDVI (adimensional); Nc – NIRG cinza (adimensional); Gc – Green channel (adimensional); Cc – Canopy cinza (adimensional); Canopy azul (adimensional).