



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

FRANCISCO HUGO GRACIANO DA SILVA

**ESTRATÉGIAS DE OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA NO CULTIVO DA MINI
MELANCIA “SMILE®”**

FORTALEZA

2022

FRANCISCO HUGO GRACIANO DA SILVA

ESTRATÉGIAS DE OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA NO CULTIVO DA MINI
MELANCIA “SMILE®”

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

Orientador (a): Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo

Coorientador (a): Prof. Dr. Carlos Newdmar Vieira Fernandes

FORTALEZA

2022

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

- S58e Silva, Francisco Hugo Graciano da.
Estratégias de otimização do uso da água no cultivo da mini melancia “Smile®” / Francisco Hugo Graciano da Silva. – 2023.
44 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo.
Coorientação: Prof. Dr. Carlos Newdmar Vieira Fernandes.
1. Manejo da irrigação. 2. Hidrogel. 3. Silício. I. Título.

CDD 630

FRANCISCO HUGO GRACIANO DA SILVA

ESTRATÉGIAS DE OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA NO CULTIVO DA MINI
MELANCIA “SMILE®”

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

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Newdmar Vieira Fernandes (Coorientador)

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

Prof. Dr. Alexandre Reuber Almeida da Silva

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

Prof. Dr. Dijauma Honório Nogueira

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

RESUMO

O manejo da agricultura irrigada vem ganhando cada vez mais espaço entre os produtores, que buscam otimizar a utilização dos recursos hídricos, sem afetar negativamente a produção agrícola. Assim, o estudo de estratégias que auxiliem o manejo da agricultura irrigada, é de fundamental importância, especialmente em locais que apresentam climas árido, e semiáridos. Neste sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o desenvolvimento e produtividade de plantas de mini melancias, híbrido “Smile[®]” submetidas a diferentes lâminas de irrigação, em associação conjunta com adoção de estratégias que visa o aumento na eficiência do uso da água. O ensaio foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *campus* Iguatu. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, onde foram aplicadas cinco lâminas de irrigação, nas quais corresponderam aos percentuais de 50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração da cultura ETc (mm dia⁻¹). A utilização das estratégias consistiu em aplicações de silício via foliar e utilização do gel hidrorretentor, ambos seguindo a recomendação dos fabricantes. As variáveis analisadas foram, número de frutos por planta, massa dos frutos por planta, massa dos frutos, diâmetro transversal dos frutos, diâmetro longitudinal dos frutos, espessura da polpa, espessura da casca, condutividade elétrica do fruto, potencial hidrogeniônico do fruto, sólidos solúveis e produtividade, sendo essas submetidas à análise e variância. Quando denotado efeitos significativos dos fatores principais e/ou nas interações entre os fatores em estudo os dados oriundos dos tratamentos de natureza quantitativa (lâminas de irrigação) foram submetidos à análise da regressão e os de natureza qualitativa (estratégias de otimização do uso da água) ao teste de média. As estratégias isoladamente apresentaram resultados significativos apenas para as variáveis PH e CE a 1% de probabilidade pelo teste F. As lâminas de irrigação obtiveram resultados significativos a 5% de probabilidade para as variáveis número de frutos por planta, massa dos frutos por planta, espessura da polpa, já para as demais variáveis foram obtidos resultados a 1% de probabilidade. Os resultados da interação foram significativos tanto para os componentes de produção como os de produtividade. A lâmina de irrigação de 110% foi responsável pela maior produtividade (32.574,04 kg ha⁻¹), estimada.

Palavras-chave: manejo da irrigação; hidrogel; silício.

ABSTRACT

The management of irrigated agriculture has gained more and more space among producers, who seek to minimize the application of water resources and maximize productivity. Thus, the study of strategies that help the management of irrigated agriculture is of fundamental importance, especially in places with arid and semi-arid climates. In this sense, the work aims to evaluate the development and productivity of the mini watermelon submitted to different irrigation depths, together with strategies that aim to increase the efficiency of water use. The trial was conducted in the experimental area of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará - Iguatu campus. The experimental design adopted was randomized blocks, where five irrigation depths were applied, corresponding to 50, 75, 100, 125 and 150% of ETc (mm day⁻¹). The use of strategies consisted of silicon applications via foliar, use of hydrogel, interaction of irrigation depths plus strategies both following the manufacturers' recommendations. The variables analyzed were number of fruits per plant, weight of fruits per plant, weight of fruits, transversal diameter of fruits, longitudinal diameter of fruits, pulp thickness, skin thickness, electrical conductivity, hydrogenic potential, soluble solids and productivity, being these submitted to the mean test and regression analysis. The strategies presented significant results only for the PH and EC variables at 1% probability by the F test. The irrigation lamias obtained significant results at 5% probability for the variables number of fruits per plant, fruit mass per plant, pulp thickness, while for the other variables results were obtained at 1% probability. The interaction results were significant both for production and productivity components. The irrigation depth of 110% was responsible for the highest productivity (32,574.04 kg ha⁻¹), estimated.

Keywords: irrigation management; hydrogel; silicon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFCE), campus Iguatu, Ceará, 2022.....	16
Figura 2 – Número de frutos por planta da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação Iguatu, Ceará, 2022.....	26
Figura 3 – Massa do fruto por planta da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação. Iguatu, Ceará, 2022.....	27
Figura 4 – Massa do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.....	28
Figura 5 – Diâmetro transversal do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022...	29
Figura 6 – Diâmetro longitudinal do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022...	30
Figura 7 – Espessura da polpa do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação Iguatu, Ceará, 2022.....	31
Figura 8 – Espessura da casca do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.....	32
Figura 9 – Condutividade elétrica do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022...	33
Figura 10 – Potencial hidrogeniônico do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.....	35
Figura 11 – Sólidos solúveis do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.....	36
Figura 12 – Produtividade do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação. Iguatu, Ceará, 2022.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização química do solo da área experimental do Instituto Federal do Ceará - Campus Iguatu, Ceará, 2022	17
Tabela 2 – Caracterização física do solo da área experimental do Instituto Federal do Ceará -Campus Iguatu, Ceará, 2022	18
Tabela 3 – Resultado da análise de variância para: número de frutos por planta (NFP), massa do fruto por planta (MFP), massa do fruto (MF), Diâmetro transversal do fruto (DTF), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), espessura da polpa (EP), espessura da casca (EC), condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (PH), sólidos solúveis (SS), produtividade (PROD). Iguatu, Ceará, 2022.....	24
Tabela 4 – Valores médios do potencial hidrogeniônico (PH) e condutividade elétrica (CE). Iguatu, Ceará, 2022.....	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
1.1	Hipóteses.....	09
2	OBJETIVOS.....	09
2.1	Objetivo geral.....	09
2.2	Objetivos específicos.....	09
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3.1	Produção e importância socioeconômica das olerícolas.....	10
3.2	A cultura da melancia.....	11
3.3	Uso da água e sua eficiência na irrigação.....	12
<i>3.3.1</i>	<i>Otimização da água na irrigação.....</i>	<i>13</i>
3.4	Hidrogel e sua utilização na agricultura.....	14
3.5	Silício e sua utilização na agricultura.....	15
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1	Caracterização da área experimental.....	16
<i>4.1.1</i>	<i>Localização da área experimental.....</i>	<i>16</i>
<i>4.1.2</i>	<i>Clima.....</i>	<i>17</i>
<i>4.1.3</i>	<i>Solo.....</i>	<i>17</i>
4.2	Cultura.....	18
4.3	Delineamento experimental e tratamentos.....	18
<i>4.3.1</i>	<i>Preparo da área, plantio e tratamentos culturais.....</i>	<i>19</i>
<i>4.3.2</i>	<i>Sistema de irrigação.....</i>	<i>19</i>
<i>4.3.3</i>	<i>Manejo da irrigação.....</i>	<i>20</i>
<i>4.3.4</i>	<i>Manejo da adubação.....</i>	<i>21</i>
<i>4.3.5</i>	<i>Características avaliadas.....</i>	<i>22</i>
4.4	Análises estatísticas.....	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39

INTRODUÇÃO

A produção de cucurbitáceas no Brasil obteve crescimento exponencial nos últimos anos, especialmente na região Nordeste, onde apresenta condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento e a produtividade da cultura. O Nordeste Brasileiro destaca-se pelo clima semiárido, com características específicas, como alta luminosidade, baixos índices pluviométricos e baixa umidade relativa do ar, fatores estes que favorecem a produção destas culturas o ano inteiro, garantindo assim o aumento nas exportações, e expressiva participação do segmento na economia e, por conseguinte, no desenvolvimento social local. A produção comercial da melancia é realizada por pequenas, médias e grandes propriedades agrícolas, na qual movimentam múltiplas áreas da economia, desde os insumos até agroindústrias (VILELA *et al.*, 2006).

Apesar de a região nordeste apresentar condições favoráveis ao desenvolvimento de inúmeras culturas, faz-se necessário o desenvolvimento e aplicação de estratégias de manejo do uso da água, sendo de fundamental importância para agricultura, pois auxiliam na eficiência do uso da água e no aumento da produção agrícola. Assim, o manejo da irrigação, segundo Bernardo *et al.* (2009), é a utilização de uma lâmina de água adequadamente quantificada, para complementar ou suprir as necessidades hídricas das culturas, durante os períodos nos quais as precipitações não são suficientes. Além de se tratar de um dos principais parâmetros para o planejamento e o dimensionamento dos sistemas de irrigação.

O manejo da irrigação vem ganhando novos aliados no que se refere ao alcance do uso eficiente da água de irrigação. Assim, uma das estratégias que vem ganhando espaço na agricultura é a utilização de hidrogéis retentores. Os hidrotentores têm sido indicados para o uso agrícola, como condicionadores de solo no qual apresentam elevada capacidade de armazenamento de água, aumentando o tempo de oportunidade da água no solo e de certa forma, cooperando para a maximização da produtividade agrícola, bem como da eficiência de uso da água na produção, a partir das aplicações de menores quantidades de água ao longo dos eventos de irrigação (PONTES FILHO., 2016).

Assim, o hidrogel agrícola busca ajudar os agricultores, no qual possibilita a redução da utilização dos recursos naturais, aumentando a eficiência da água, reduzindo o desperdício e conseqüentemente, melhorando a produção. Para tanto, é necessário que esses produtos sejam apropriados para o mercado agrícola, e que tenham características desejáveis, pois os mesmos não podem ser tóxicos, devem possuir uma composição química ao qual não afete os nutrientes no solo, devem apresentar mobilidade reduzida ou nenhuma mobilidade

dentro do solo, e, especialmente, devem ser acessíveis aos agricultores, em especial o pequeno agricultor familiar (PILLAI, 2010).

O uso do silício apresenta-se como um possível aliado ao manejo da irrigação, pois apesar de não fazer parte do quadro de elementos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das culturas, destaca-se como um elemento que pode trazer inúmeros efeitos benéficos, tais como: tolerância ao estresse hídrico e salino, aumento da fotossíntese, menor taxa de transpiração e maior produtividade (LIMA et al., 2011). A utilização deste elemento nas culturas agrícolas pode beneficiar tanto a redução das taxas transpiratórias quanto a fotossíntese, através do melhoramento da arquitetura das plantas e diminuição do auto sombreamento o qual estimula o crescimento mais ereto das folhas (REIS *et al.*, 2007).

1.1 Hipóteses

Estimar a possibilidade de redução da lâmina de irrigação a partir da aplicação de hidrogel e silício, isolados e/ou combinados sem que haja prejuízos a produção quantitativa e qualitativa da cultura da mini melancia

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desenvolvimento e produtividade da mini melancia, híbrido “Smile[®]”, submetida a diferentes lâminas de irrigação, em associação conjunta com estratégias capazes de maximizar o uso eficiência da água por parte da cultura nas condições edafoclimáticas do município de Iguatu, Ceará.

2.2 Objetivo específico

1. Identificar qual a melhor combinação entre lâminas de irrigação e uso do gel hidroredentor que proporcionem a melhor eficiência do uso da água no cultivo da mini melancia híbrido “Smile[®]”;
2. Identificar qual a melhor combinação entre lâminas de irrigação e uso de adubação com silício que proporcionem a melhor eficiência do uso da água no cultivo da mini melancia híbrido “Smile[®]”.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção e importância socioeconômica das olerícolas

A economia brasileira é baseada principalmente no setor primário, especialmente na agricultura, a qual movimentava bilhões por ano. A expansão agrícola vem causando alterações econômicas bastante expressivas em toda cadeia produtiva, principalmente no setor das olerícolas, onde nos últimos anos o cultivo teve um aumento de 33% na produção hortícola (SILVA *et al.*, 2015).

No Brasil, a olericultura tem grande importância, tanto socioeconômica como alimentar, essa atividade chegou no Brasil pela primeira vez com as caravelas portuguesas, porém só ganhou destaque por volta de 1970 com a criação de núcleos de pesquisas na qual tinham o objetivo de desenvolver hortaliças resistentes as características edafoclimáticas do nosso país.

A produção de olerícolas necessita de elevados investimentos, seja por conta de insumos, controle fitossanitário ou instabilidade nos preços de mercado, o qual afeta diretamente a produção, já que na sua grande maioria essas atividades são desenvolvidas por estabelecimentos de médio e pequeno porte, no qual utiliza-se basicamente da mão de obra familiar, onde esses devem buscar fontes de melhoria que viabilizem o aumento da produção e que proporcionem um retorno econômico melhor e uma maior qualidade de vida para os produtores (VENDRUSCOLO *et al.*, 2017).

Essa modalidade da agricultura se destaca entre os pequenos produtores familiares, pois são culturas geralmente de ciclos curtos no qual a produção possibilita um retorno econômico mais rápido, e servem de suporte econômico para outras atividades com retorno de médio a longo prazo. Assim as hortaliças são muitas vezes a chave para a diversificação agrícola, pois possibilitam um curto espaço de tempo entre o plantio e à colheita, e ocupam uma área de cultivo bastante variável, facilitando uma melhor exploração da propriedade, na qual tem um retorno econômico mais rápido e um gasto mínimo com processamento, tendo em vista que algumas culturas exigem pouco ou nenhum processamento, podendo ser vendidas até mesmo *in natura* e com uma fácil aceitação do mercado consumidor (VIDAL, 2011).

Assim a olericultura tem uma grande importância social e alimentar, especialmente para os agricultores familiares, no qual tiram daquela atividade a sua alimentação e seu excedente é comercializado em feiras e comércios, conseguindo assim uma fonte de renda

através da diversidade de culturas agrícolas (GOMES *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

3.2 A cultura da melancia

A melancia (*Citrullus lanatus*), pertence à família das Cucurbitáceas, e é originária de clima tropical (África tropical), trata-se de uma espécie vegetal que é cultivada a séculos em todo o mundo, é utilizada principalmente em saladas, sucos, polpas e principalmente destaca-se por seu consumo *in natura*.

É uma das hortaliças-frutos mais importantes, cultivadas em regiões de clima tropical. Dentre suas características reporta-se que essas, apresentam altos valores nutritivos para o consumo humano, o qual fornecem vários compostos benéficos, tais como: o licopeno e os, antioxidantes, os quais são responsáveis por prevenirem o câncer e outros tipos de doenças, além de apresentarem também o potássio, cálcio, ferro, vitamina A, vitamina C e tiamina em suas composições (CHOGOU *et al.*, 2019).

Por ser uma cultura de clima tropical, considera-se que a mesma adaptou-se bem a algumas regiões do Brasil. Particularmente, o Nordeste Brasileiro apresenta um grande potencial para a produção dessa cultura, pois apresenta condições climáticas compatíveis com os requerimentos ótimos para o seu desenvolvimento, tais como: altas temperaturas, e elevados níveis de insolação, os quais são fatores essenciais no desenvolvimento de frutos, que apresentam altos teores de sólidos solúveis, sendo este um parâmetro com grande aceitabilidade por parte do mercado consumidor (RABELO FILHO *et al.*, 2010).

Contudo, o comércio de hortaliças é bastante versátil, pois tende a se adequar as dinâmicas das exigências dos consumidores. Com o passar do tempo, os consumidores estão optando por hortaliças de tamanhos reduzidos, a exemplo temos a mini melancia, a qual, a preferência por esse tipo de fruto pode ser influenciado pela redução das famílias, as quais estão ficando cada vez menos numerosas. Assim, emerge a necessidade de buscar alimentos de tamanhos reduzidos, principalmente em meio aqueles que são bastantes perecíveis, tais como frutas, legumes e hortaliças. Desse modo, a procura por este tipo de alimento está cada vez maior (CAMPAGNOL; MELLO; BARBOSA, 2012).

O estudo e desenvolvimento de novas cultivares é bastante significativo para o mercado, em especial para o produtor, no qual tira sua renda advindo da produção agrícola. Tentando atender o mercado consumidor estudos com a cultivar da mini melancia vem sendo

realizados, para buscar uma melhor qualidade e uma produção mais eficiente desta cultura (CAMPAGNOL; MELLO; BARBOSA, 2012).

3.3 Uso da água e sua eficiência na irrigação

A irrigação é uma técnica utilizada a milênios. Contudo, nos últimos anos essa técnica tem-se aprimorado cada vez mais, com a utilização de novos equipamentos, para as mais variadas condições, sendo essa tecnologia de fundamental importância, pois proporciona um maior crescimento e desenvolvimento na produção agrícola (BERNARDO *et al.*, 2019).

A irrigação é responsável por produzir cerca de 40% da safra mundial, ocupando uma área de aproximadamente 337 milhões de hectares, o que corresponde a 17% de toda área plantada, a nível mundial. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), as estatísticas indicam que no Brasil a área irrigada já chega aos 7 milhões de hectares, o que corresponde a cerca de 10% de toda área cultivada no país, ao passo que essas áreas são responsáveis por consumir cerca de 67% de toda água utilizada no país.

Apesar de ser uma técnica bastante eficiente, a irrigação não é um artifício no qual deve ser utilizado isoladamente, e sim, em harmonia com um conjunto de técnicas aos quais iram proporcionar produções mais econômicas, que aliadas a um manejo adequado dos recursos hídricos, e levando em conta a aplicação das técnicas conjuntas de sistemas de plantio direto, rotação de culturas, cobertura dos solos, manejo da fertilidade, podem proporcionar uma produção de melhor qualidade e uma maior inserção no mercado (BERNARDO *et al.*, 2019).

Para que haja um controle e uma eficiência da água de irrigação é necessário que se desenvolva estudos os quais busquem a eficiência energética, no uso de insumos e principalmente no uso da água de irrigação para que essa atividade venha a ser efetivamente sustentável (SILVA & NEVES., 2020).

A eficiência do uso da água de irrigação é a relação entre a quantidade de água usada pelas plantas e a quantidade disponibilizada pelo sistema. Essa eficiência traz consigo muitos benefícios, como a redução de perdas de nutrientes através da lixiviação, melhoria nos aspectos ambientais e econômicos, redução do desperdício nos recursos hídricos, permite que o produtor obtenha uma boa safra, sem o desperdício dos recursos naturais (KOÇ, 2013).

A busca por esses sistemas de irrigação cada vez mais eficientes, o qual proporcionam o uso racional da água nem sempre está disponível para os produtores, pois necessitam de mão de obra especializada, além da análise de fatores do solo, da planta e climáticos, como o vento, precipitação, temperatura e evapotranspiração, estarem intimamente

relacionadas com o uso e eficiência da água na irrigação. (TROMBONI; BORTOLINI; MARTELLO, 2014).

3.3.1 Otimização da água na irrigação

A gestão das águas na irrigação é um fator imprescindível, pois dentre os diversos usos da água, a agricultura irrigada é um dos setores que mais demandam por este recurso, onde esses requerem grandes volumes, para manter uma produção mais rentável, pois com o aumento populacional, a agricultura tende a expandir-se, e consigo, o uso da água na irrigação tenderá a ser incrementado (CARVALHO *et al.*, 2009).

A necessidade de se estudar novas maneiras, que buscam o melhor uso da água, é de extrema importância, pois o principal objetivo da irrigação é melhorar a rentabilidade da empresa agrícola e principalmente reduzir o desperdício dos recursos naturais, os quais são usados nos processos de produção agrícola (JÚNIOR; FRIZZONE; PAZ, 2014).

A agricultura moderna exige da ciência cada vez mais soluções de baixo custo, para o uso mais eficiente e racional da água na irrigação. Cientistas do mundo todo buscam a cada dia, novas tecnologias que auxiliem na otimização dos recursos hídricos aplicados à agricultura. A utilização de práticas conservacionistas como a cobertura do solo no qual reduz a evaporação, sistemas que integram lavoura-pecuária-floresta, que quando bem manejadas, podem aumentar a eficiência da água no solo e sistemas de irrigação eficientes que conseguem maximizar a produção com a menor utilização do uso da água, são técnicas já empregadas na agricultura que buscam minimizar os desperdícios dos recursos hídricos.

O gerenciamento bem-sucedido da quantidade de água, que está disponível para os diversos usos agrícolas, não só depende de práticas agrícolas mais eficientes, bem como do melhor entendimento entre a relação produtividade e disponibilidade hídrica. Nesse sentido, faz-se necessário, estudos sobre o manejo mais eficiente da água, pois a quantidade de umidade adequadamente disponível nos estágios de crescimento, floração e frutificação, das culturas, não apenas aceleram os processos metabólicos inerente às células das plantas, bem como aumentam a eficiência dos nutrientes aplicados e disponíveis para as culturas (YAGHI; ARSLAN; NAOUM, 2013).

A utilização de novas tecnologias que contribuam para a redução do consumo de água pelas plantas, é essencial. Assim, técnicas como irrigação deficitária, uso do hidrogel e do silício, estão ganhando seus espaços na agricultura, onde estes vêm com o objetivo de reduzir

o consumo da água na produção, tendo como principal objetivo reter a umidade de água no solo e reduzir a transpiração das plantas respectivamente. (SANTOS *et al.*, 2015; ABREU, 2017).

3.4 Hidrogel e sua utilização na agricultura

O desenvolvimento científico e tecnológico, é a base de qualquer civilização, que busca a cada dia um avanço contínuo, e estímulos para estudar as mais variadas gamas de materiais, produtos químicos e compostos (GUILHERME *et al.*, 2015). Neste contexto, o avanço tecnológico de materiais poliméricos forneceu uma grande contribuição ao desenvolvimento de novas tecnologias que auxiliam o homem no seu dia a dia.

Em linhas gerais, os polímeros são facilmente processados e modificados quimicamente. Eles mostram propriedades físicas e mecânicas desejáveis e, em alguns casos, economicamente acessíveis. Dentre os materiais poliméricos mais promissores se encontram os hidrogéis, aos quais são uma classe especial de materiais macios, que por apresentarem características aceitáveis, o que atraiu grande interesse dos produtores e pesquisadores nas últimas décadas (GUILHERME *et al.*, 2015).

Os hidrogéis são uma espécie de redes poliméricas, reticuladas e tridimensionais, o qual possuem uma enorme capacidade de reter grandes volumes de água ou outros fluidos, sem que ocorra diluição do produto, que por sua vez, possui propriedades especiais, aos quais pertencem aos grupos hidrofílicos, sendo estes conectados ao esqueleto polimérico, e sua solubilidade advém de ligações cruzadas entre linhas de rede (KHUSHBU; WARKAR; KUMAR, 2019).

A primeira preparação do hidrogel foi relatada por Witchterle e Lim (1960) na década de 60, posteriormente, esse material tem sido amplamente utilizado como uma poderosa ferramenta, para auxiliar nas atividades, na qual abrange diferentes áreas e segmentos tecnológicos. Muitos artigos relacionados aos hidrogéis são relatados na literatura, na qual são descritas diferentes preparações que permitem uma infinidade de estruturas, propriedades e aplicações (GUILHERME *et al.*, 2015).

O hidrogel é amplamente estudado e utilizado nas mais diversas áreas do conhecimento, como na medicina, empresas de eletrônicos e especialmente na agricultura (FAN *et al.*, 2019; YANG *et al.*, 2019; GUILHERME *et al.*, 2015). O hidrogel tem sido utilizado na produção agrícola como meio estratégico para se realizar o manejo da irrigação, devido as suas propriedades que proporcionam um aumento na capacidade que o solo tem de reter água,

proporcionando assim uma umidade por um maior período de tempo (VENTUROLI; VENTUROLI, 2011).

Os hidrogéis podem comportar até 95% de água, a partir do seu peso inicial o qual está completamente seco, esses são usualmente conhecidos como hidrogéis superabsorventes (KUANG, YUK, HUH, 2011; BATISTA *et al*, 2011). Assim a utilização destes polímeros ajuda a reter a água por mais tempo no solo, o qual dispersam a água absorvida lentamente, deixando o solo hidratado, o que possibilita a planta a se sustentar por mais tempo sob estresse hídrico, e conseqüentemente melhora a produção agrícola (KHUSHBU; WARKAR; KUMAR, 2019).

3.5 Silício e sua utilização na agricultura

A utilização do silício (Si) na agricultura aumentou significativamente com o avanço e o desenvolvimento de novas tecnologias. O estudo com silício passou a integrar diversas áreas do conhecimento, e passou a movimentar um comércio de bilhões de dólares (PENG, 2015). O silício é um elemento metaloide no qual apresenta-se nas formas cristalinas cinzas e marrom não cristalino, sendo esse elemento o segundo mais abundante na natureza, porém o silício só pode ser encontrado em duas formas: sílica e silicato (CLARSON, 2009).

Apesar de o silício não ser compreendido como um dos elementos essenciais para as espécies vegetais, o mesmo é um dos elementos que vem ganhando destaque na produção agrícola, e está sendo amplamente estudado, apresentando diversos benefícios nas aplicações de fertilizantes silicatados (KLOTZBÜCHER *et al*, 2018; YAN *et al*, 2018; ZHANG *et al*, 2018).

O efeito benéfico do Si no acúmulo de fitomassa em plantas cultivadas, está associado a alterações na estrutura das plantas, permitindo, por exemplo, a melhor captação de energia solar e redução do acamamento (RIBEIRO *et al.*, 2011). O silício age benéficamente nas culturas, no qual envolvem as plantas através de uma camada protetora de sílica, que ao ser depositada na superfície das folhas, ocorre uma ação reativa do silício, onde ocorre absorção de íons metálicos, dentre outros compostos, realizando funções metabólicas nas plantas estressadas (TUBAÑA; HECKMAN, 2015).

O Si também atua na mitigação dos efeitos negativos causados pelos fatores abióticos, tais como: altas temperaturas nas plantas, estresse hídrico, toxidez de ferro e manganês, além de aumentar a tolerância das plantas ao ataque de pragas e doenças, o mesmo age no reparo, e busca a integridade das membranas celulares, através do acréscimo de níveis

de proteínas e antioxidantes, no qual atuam como reguladores de choques térmicos (AGARIE *et al.*, 1998; DATNOFF *et al.*, 2007; SOUNDARARAJAN *et al.*, 2014).

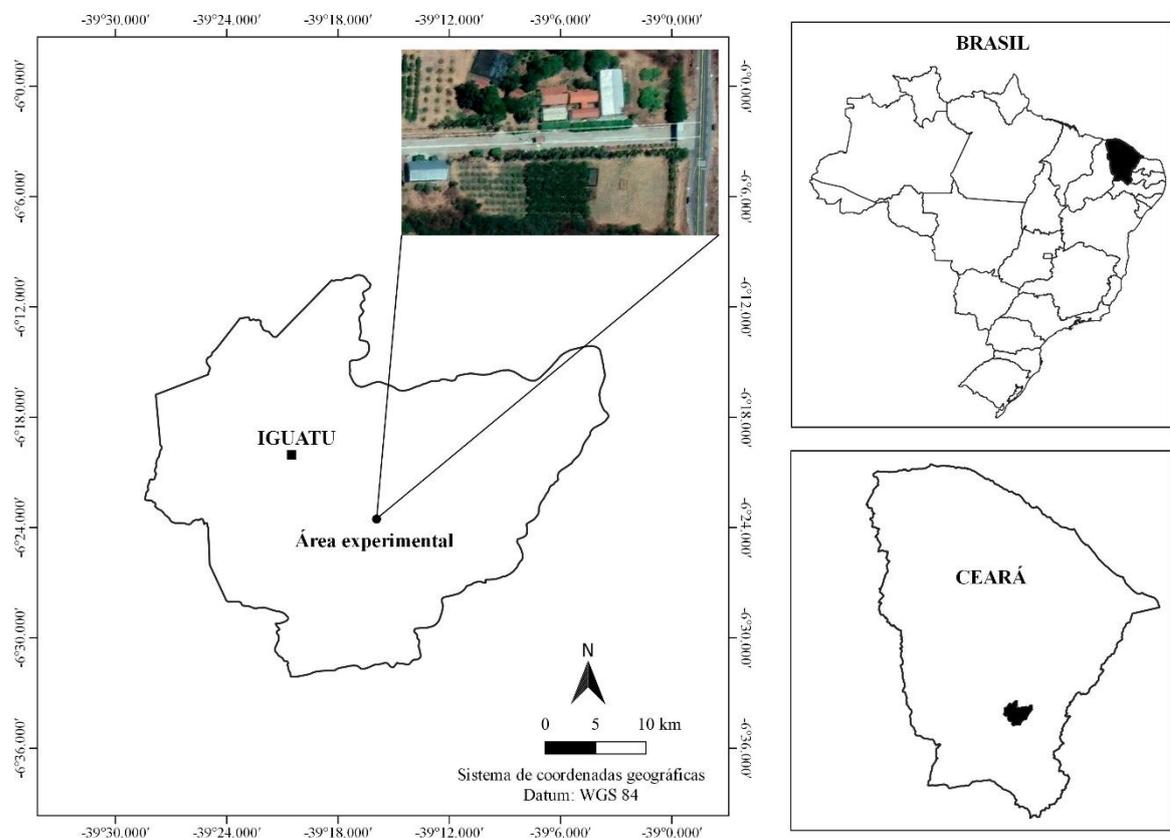
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

4.1.1 Localização da área experimental

O experimento foi desenvolvido na área experimental do *campus* Iguatu do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), localizado no município de Iguatu, região Centro-Sul do estado do Ceará, nas coordenadas 6° 21' 34'' de latitude sul e 39° 17' 55'' de longitude oeste e, altitude média de 217,8 m, em relação ao nível do mar.

Figura 1 - Localização da área experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFCE), campus Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

4.1.2 Clima

O município de Iguatu apresenta uma classificação climática do tipo BSw'h'; clima quente e semiárido, segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias mensais sempre acima de 18 °C. O município em questão apresenta duas estações climáticas bem definidas, seca e chuvosa, sua precipitação média histórica é de 867 mm, sendo caracterizado pela má distribuição das chuvas, ao qual variam no espaço-tempo (SANTOS *et al.*, 2017).

4.1.3 Solo

O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico (FENCEME, 2012).

Foram realizadas coletadas de solo para fins de realizações de análises laboratoriais, com objetivo de se obter os resultados da caracterização físico-química do solo da área experimental.

Na Tabela 1, apresentam-se os resultados obtidos para os atributos químicos das amostras de solo que foram coletadas nas camadas de 0,0 a 0,2 m de profundidade, sendo seguidamente homogeneizadas e levadas ao Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetal do Instituto Federal do Ceará - *Campus* Limoeiro do Norte. A Tabela 2 traz os resultados das amostras que foram coletadas para análise física nas camadas de 0,0 a 0,2 e 0,2 a 0,4 m.

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental do Instituto Federal do Ceará - *Campus* Iguatu, Ceará, 2022.

Atributos químicos	(0 – 0,2 m)	Atributos químicos	(0 – 0,2 m)
PO ₄ ³⁻ (mg/dm ³)	105	pH	7,1
K ⁺ (mmol/dm ³)	8,44	CE (dS/m ⁻¹)	0,74
Ca ²⁺ (mmol/dm ³)	51,3	C (g/Kg)	12,83
Mg ²⁺ (mmol/dm ³)	13,2	M.O (g/Kg)	22,11
Na ⁺ (mmol/dm ³)	1,86	V (%)	100
Al ³⁺ (mmol/dm ³)	N. D.	PST (%)	2
H ⁺ + Al ³⁺ (mmol/dm ³)	N. D.	m (%)	0
SB (mmol/dm ³)	74,8		
CTC (mmol/dm ³)	74,8		

Fonte: Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetal do Instituto Federal do Ceará - *Campus* Limoeiro do Norte.

Tabela 2 - Caracterização física do solo da área experimental do Instituto Federal do Ceará - Campus Iguatu, Ceará, 2022.

Atributos físicos	(0 – 0,2 m)	(0,2 – 0,4 m)
Areia grossa (g/kg)	388	314
Areia fina (g/kg)	354	448
Silte (g/kg)	204	162
Argila (g/kg)	54	76
Densidade (g/cm ³)	1,50	1,42

Fonte: Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetal do Instituto Federal do Ceará - *Campus Limoeiro do Norte*.

4.2 Cultura

No experimento foi utilizada a cultura da mini melancia (*Citrullus lanatus L.*) híbrido Smile[®], na qual apresenta boas características agronômicas como, plantas vigorosas, frutos de bom tamanho com coloração intensa, produtivos e rústicos, ideal para o mercado interno, apresenta boa resistência e praticidade no transporte, tamanho reduzido e coloração intensa da poupa, características que tornam a cultivar cada vez mais comercializada (GRANJEIRO & CECÍLIO FILHO, 2006).

4.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com vinte tratamentos e quatro blocos. Os tratamentos foram dispostos em um arranjo de esquema fatorial (5 x 4).

Foram avaliadas cinco lâminas de irrigação associadas em conjunto com diferentes estratégias de aumento da eficiência do uso da água, sendo: uso de gel hidrorredentor, uso de aplicação de silício via pulverização foliar, combinação entre uso de gel hidrorredentor e aplicação de silício e o tratamento testemunha.

As lâminas de irrigação aplicadas foram estabelecidas com base na evapotranspiração da cultura (ETc), onde os cinco tratamentos correspondem aos níveis de irrigação de: 50, 75, 100, 125 e 150% da ETc (mm dia⁻¹).

O gel hidroredentor foi aplicado no solo antes do estabelecimento das culturas, seguindo as recomendações de diluição e dose proposta pelo fabricante.

A aplicação de silício foi realizada através de pulverizações foliares semanais a partir dos 15 dias após o transplântio utilizando o Protect Silimax (Ca 5,8%, Mg 1,2%, S 1,3%, Cu 3%, Si 10%), também na dose recomendada pelo fabricante.

A área individual de cada unidade experimental foi de 5 m² (5 x 1,0 m), composta por 10 plantas. A primeira fileira de plantas do primeiro e do último bloco, uma fileira entre os blocos, além do primeiro e do último metro de cada unidade experimental foram utilizadas como área de bordadura. Portanto, cada unidade experimental apresentou 3 m² de área útil com 6 plantas, que foram utilizadas para a coleta de dados experimentais e suas respectivas análises.

4.3.1 Preparo da área, plantio e tratos culturais

O preparo da área se deu através de uma aração profunda, seguida de duas gradagens cruzadas. Após essas operações, foram efetuadas a limpeza e o nivelamento manual do terreno, com a utilização de enxada e ciscador, objetivando retirar restos culturais do solo que pudessem, de alguma forma, comprometer ou interferir na aplicação dos tratamentos, e também para auxiliar na disposição do sistema de irrigação.

Em seguida, foi realizada a demarcação das linhas de plantio (espaçadas em 1,0 m), e abertura de covas para o transplântio com o espaçamento entre plantas na linha de 0,5 m, obtendo-se um estande de 20.000 plantas ha⁻¹. Os tratos culturais realizados, consistiram em: desbaste, controle de plantas daninhas, de pragas e doenças.

4.3.2 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação adotado no experimento foi do tipo gotejamento superficial, apresentando a seguinte constituição:

- Conjunto motobomba: bomba centrífuga acoplada a um motor de 1/2 cv;
- Cabeçal de controle: constituído por um filtro de discos registros e manômetro
- Sistema de injeção de fertilizantes operado por meio de um sistema *bypass*, contendo um injetor de fertilizantes do tipo tubo Venturi e uma motobomba auxiliar;
- Linha principal - constituída de PVC (PN 40) com diâmetro nominal (DN) de 50 mm;
- Linhas de derivação: compostas de polietileno (DN 25 mm);

- Linhas laterais: constituídas de mangueiras de polietileno de 16 mm de DN, comprimento de 5 m e espaçadas em 1,0 m entre elas, com gotejadores autocompensantes inseridos na tubulação a um espaçamento de 0,2 m, vazão de 1,6 L h⁻¹ a uma pressão de 100 kPa;
- Registros: no início de cada linha lateral, foi instalado um registro, com a finalidade de controlar as lâminas de irrigação de cada tratamento, por meio da variação do tempo de irrigação.

Antes do início do experimento foi realizado o teste de uniformidade de distribuição de água, com vistas a determinação do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), através da adoção da metodologia de Keller e Karmeli (1975).

4.3.3 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação consistiu em aplicações de lâminas diárias de água, de acordo com o balanço hídrico climatológico sequencial simplificado, conforme a equação 01.

$$LL = ETc \cdot Ft - Pe \quad (01)$$

Em que:

LL - lâmina líquida de irrigação, mm; ETc - evapotranspiração da cultura (Eq. 02), mm; Ft é o fator de ajuste devido ao tratamento, sendo 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 e 1,5 (respectivamente para 50, 75, 100, 125 e 150% da ETc); Pe - precipitação efetiva, mm.

$$ETc = ETo \cdot Kc \quad (02)$$

Em que:

Eto - evapotranspiração de referência, mm; e, Kc – coeficiente da cultura para cada estágio de desenvolvimento (adimensional).

A Pe, foi calculada de acordo com o método do Serviço de Conservação de Solos dos Estados Unidos (SMITH, 1992), não sendo acumulada para o dia seguinte ($Pe \leq ETc$).

A ETo foi estimada pelo método de Penman-Monteith, FAO-56 (ALLEN *et al.*, 1998) (Eq. 03), e os dados climáticos necessários obtidos da estação automatizada do INMET INMET situada nas imediações da área experimental.

$$ETo = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (03)$$

Em que:

E_{To} , é a evapotranspiração de referência, em mm dia^{-1} ; Δ é a inclinação da tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água, no ponto dado pela temperatura do ar, em $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$; R_n , é o saldo de radiação, em $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$; G , é o fluxo de calor sensível no solo, em $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$; γ , é o coeficiente psicrométrico; u^2 é a velocidade do vento a 2,0 m de altura, em m s^{-1} ; e_s é a pressão de saturação do vapor d'água, em kPa; e_a é a pressão atual do vapor d'água, kPa e T é a temperatura média diária, em $^\circ\text{C}$.

Os valores de K_c empregados foram de acordo com recomendação para a cultura, para quatro fases do estágio de desenvolvimento.

A lâmina bruta de irrigação foi estimada conforme a Eq. 4.

$$LB = LL \left(\frac{TR}{CUC} \right) \quad (04)$$

Em que:

LB - lâmina bruta de irrigação, mm; LL - lâmina líquida de irrigação, mm; TR - turno de rega, dia; CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, decimal.

O tempo de irrigação foi quantificado conforme a Eq. 05.

$$Ti = \frac{LB \cdot EL \cdot Eg \cdot FC}{qg} \quad (05)$$

Em que:

Ti - tempo de irrigação, h; LB - lâmina bruta de irrigação, mm; EL - espaçamento entre linhas de irrigação, m; Eg - espaçamento entre gotejadores, m; FC - fator de cobertura do solo, adimensional (1,0); e, q_g - vazão do gotejador, $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$.

4.3.5 Manejo da adubação

A quantificação dos nutrientes aplicados foi realizada de acordo com a análise do solo da área experimental, em consonância com as necessidades nutricionais da cultura. Os fertilizantes foram parcelados e aplicados em cobertura, por meio da fertirrigação, de acordo com a marcha de absorção pela planta.

4.3.6 Características avaliadas

Componentes de produção e produtividade: número de frutos por planta, massa do fruto por planta, massa do fruto e produtividade.

Características qualitativas da produção: diâmetro transversal do fruto, diâmetro longitudinal do fruto, espessura da polpa, espessura da casca, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico e sólidos solúveis.

4.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade. Os tratamentos quantitativos (lâmina de irrigação) após denotados efeitos significativos foram analisados através de regressão, já os tratamentos qualitativos (estratégias de otimização do uso da água) foram realizados a comparação das médias pelo teste de Tukey. A interação dos tratamentos foi submetida a análise de regressão quando denotados efeitos significativos. Foram utilizados os softwares Microsoft Excel[®] (2019) e o SISVAR[®] (5.7 beta).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão dispostos os resultados da análise de variância, onde observa-se que as lâminas de irrigação isoladamente exerceram influências estatisticamente significativas nas principais variáveis analisadas, onde apenas o diâmetro transversal dos frutos (DTF), o potencial hidrogeniônico (pH) e os sólidos solúveis (SS) não foram influenciados significativamente pelos fatores em estudo. Podemos observar que as estratégias de eficiência do uso da água apresentaram resultados significativos apenas para as variáveis condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH), não sendo denotado efeito significativo para as demais variáveis analisadas.

Com relação a interação dos fatores estudados, podemos observar na Tabela 3 que as variáveis massa do fruto (MF), Diâmetro transversal do fruto (DTF), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), espessura da casca (EC), condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico

(PH), sólidos solúveis (SS) foram influenciados significativamente pela interação das lâminas de irrigação em consonância com as estratégias.

Tabela 3 - Resultado da análise de variância para: número de frutos por planta (NFP), massa do fruto por planta (MFP), massa do fruto (MF), Diâmetro transversal do fruto (DTF), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), espessura da polpa (EP), espessura da casca (EC), condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (PH), sólidos solúveis (SS), produtividade (PROD). Iguatu, Ceará, 2022.

FV	GL	Quadrados Médios										
		NFP	MFP	MF	DTF	DLF	EP	EC	CE	PH	SS	PROD
Bloco	3	0,48 ^{ns}	398.7905,56 [*]	16.760,16 ^{ns}	8,94 ^{ns}	2,89 ^{ns}	27,98 ^{ns}	3,94 [*]	0,64 ^{**}	0,17 ^{**}	0,47 ^{ns}	398.790,02 ^{**}
Estratégia	3	0,12 ^{ns}	843.380,46 ^{ns}	50.799,46 ^{ns}	7,94 ^{ns}	5,16 ^{ns}	141,33 ^{ns}	3,31 ^{ns}	0,22 ^{**}	0,12 ^{**}	0,78 ^{ns}	84.337,43 ^{ns}
Lâmina	4	1,04 [*]	2.853.874,02 [*]	239.320,58 ^{**}	24,62 ^{ns}	27,30 ^{**}	975,97 [*]	7,23 ^{**}	0,54 ^{**}	0,03 ^{ns}	1,09 ^{ns}	285.387,26 ^{**}
Lâmina x Estratégia	12	0,16 ^{ns}	521.058,74 ^{ns}	236.521,77 [*]	38,57 ^{**}	27,55 [*]	168,38 ^{ns}	3,09 ^{**}	0,15 ^{**}	0,07 ^{**}	1,15 [*]	52.105,81 ^{ns}
Resíduo	57	0,18	490.424,23	76.315,92	10,47	7,88	96,91	1,22	0,04	0,02	0,51	49.042,52
Total	79	17,98	6.011.6239,96	834.8230,23	1.208,99	913,21	11.956,31	157,27	8,96	2,89	50,72	6,01E ⁺¹⁸
CV		20,51	24,54	18,72	7,16	6,54	8,28	11,79	6,50	2,96	7,30	24,54

Fonte: Autor

** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; ns não significativo pelo teste F.

FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade

A Tabela 4 mostra os resultados do teste de média para as variáveis condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH), a qual foram significativas a 1% ($P < 0,01$) pelo teste F como mostra a tabela 4.

Tabela 4 - Valores médios do potencial hidrogeniônico (PH) e condutividade elétrica (CE). Iguatu, Ceará, 2022.

Estratégias	PH	CE
solo	4,704 a	3,3015 a
hidrogel	4,699 a	3,1905 ab
silício	4,6115 ab	3,18 ab
hidrogel x silício	4,5415 b	3,0445 b

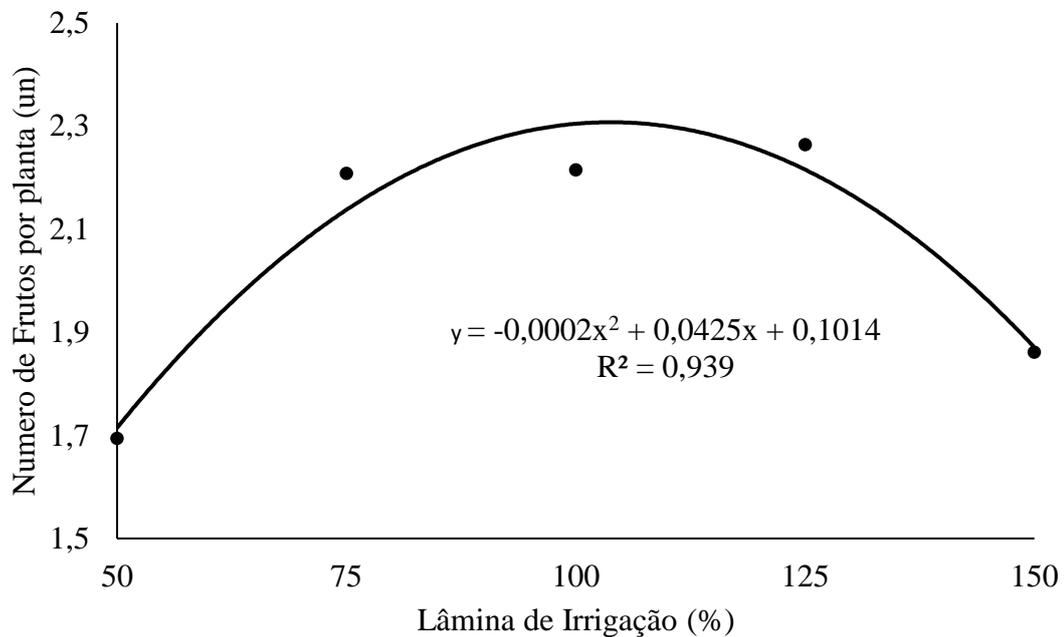
Fonte: Autor

Analisando a Tabela 4 pode-se observar que a utilização do hidrogel, do silício e sua respectiva interação conjunta causaram redução no potencial hidrogeniônico (PH) e condutividade elétrica (CE) dos frutos.

Observando os resultados do potencial hidrogeniônico (PH) pode-se afirmar que a interação silício com hidrogel diferiu estatisticamente do solo, onde não houve utilização de estratégias, apresentando uma redução significativa de 0,162, comparado as demais estratégias que tiveram resultados similares. O mesmo comportamento foi observado para a condutividade elétrica, onde a interação apresentou redução de $0,257 \text{ ds m}^{-1}$ quando comparado à testemunha. Soares (2020) e Cruz (2016) não constatarem diferença significativa para a variável pH, ao estudarem a cultura do melão submetida a adubação silicatada. Coelho *et al.* (2003) ao estudar a cultura da melancia encontrou valores médios de pH de 6,83 em ambiente protegido, e 6,99 quando estudado no campo.

A Figura 2 apresenta o número de frutos por planta (NFP) em função das diferentes lâminas de irrigação, onde o modelo polinomial quadrático apresentou um melhor ajuste da equação, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,94, sendo o maior valor encontrado de 2,36, correspondendo a uma lâmina de 106% da ETc.

Figura 2 - Número de frutos por planta da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação. Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

O incremento da lâmina de irrigação proporcionou um aumento do número de frutos por plantas até 106% da ETc, após esse resultado o NFP começou a decrescer, mostrando que a aplicação de lâminas excessivas pode interferir na quantidade de frutos. Melo (2004) informa que o aumento na lâmina de irrigação influenciou positivamente no aumento da produtividade média onde o autor obteve 44,96 t. ha⁻¹ da cultura, tendo esse resultado uma relação com o aumento do número de frutos por planta. Reis (2018) ao estudar a influência das lâminas de irrigação na cultura do melão observou que ocorreu variação significativa no número de frutos comerciais, contudo, apesar de encontrar um resultado de 8,25 frutos por parcela o valor da lâmina de irrigação ideal para cultura foi de 94% da ETc.

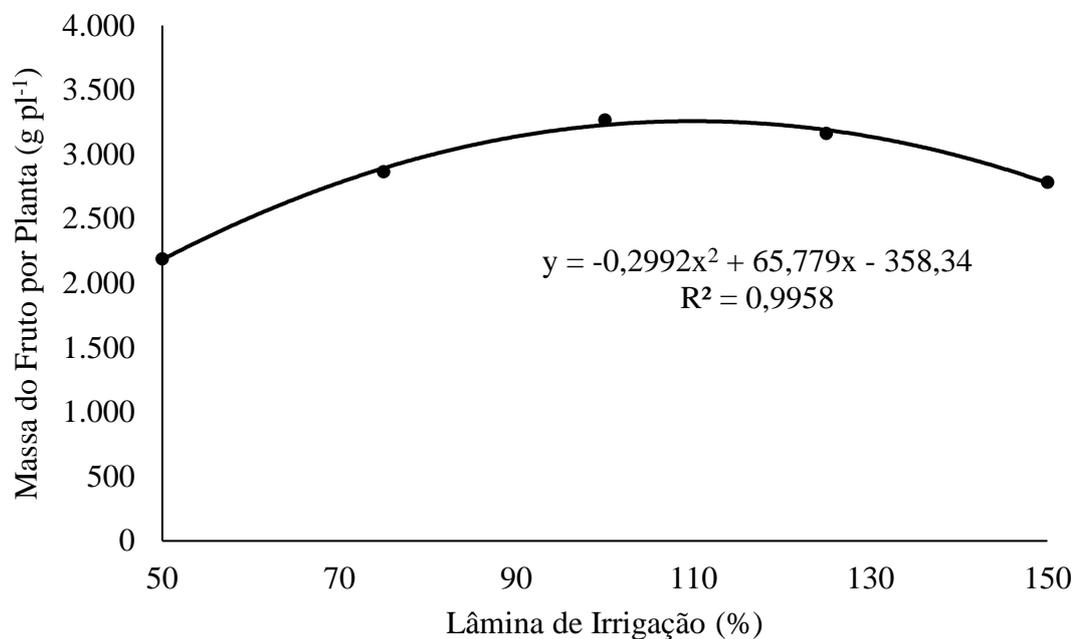
Já Negreiro *et al.* (2005), estudando o rendimento e qualidade do melão submetido a diferentes lâminas de irrigação e cobertura do solo informa que as lâminas aplicadas não apresentaram influencia significativa sobre o número de frutos comercializáveis, refugos e o número de frutos total, esse resultado teria acontecido, provavelmente por conta da ocorrência de precipitações durante a condução do experimento.

Na Figura 3 e 4 podemos observar o comportamento da massa do fruto por planta (MFP) e da massa do fruto (MF) em função das diferentes lâminas de irrigação em associação

com as estratégias de uso da água, onde o modelo de melhor ajuste foi o polinomial quadrático para a MFP.

Para a MFP, a variável apresentou um R^2 de 0,99. A lâmina de 110% da ETC proporcionou um melhor desempenho para a cultura, com uma massa de 3.257,03 g pl^{-1} , um incremento de 29,47 g pl^{-1} quando comparado a lâmina de 100% que proporcionou uma MFP de 3.227,56 g pl^{-1} .

Figura 3 - Massa do fruto por planta da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação. Iguatu, Ceará, 2022.



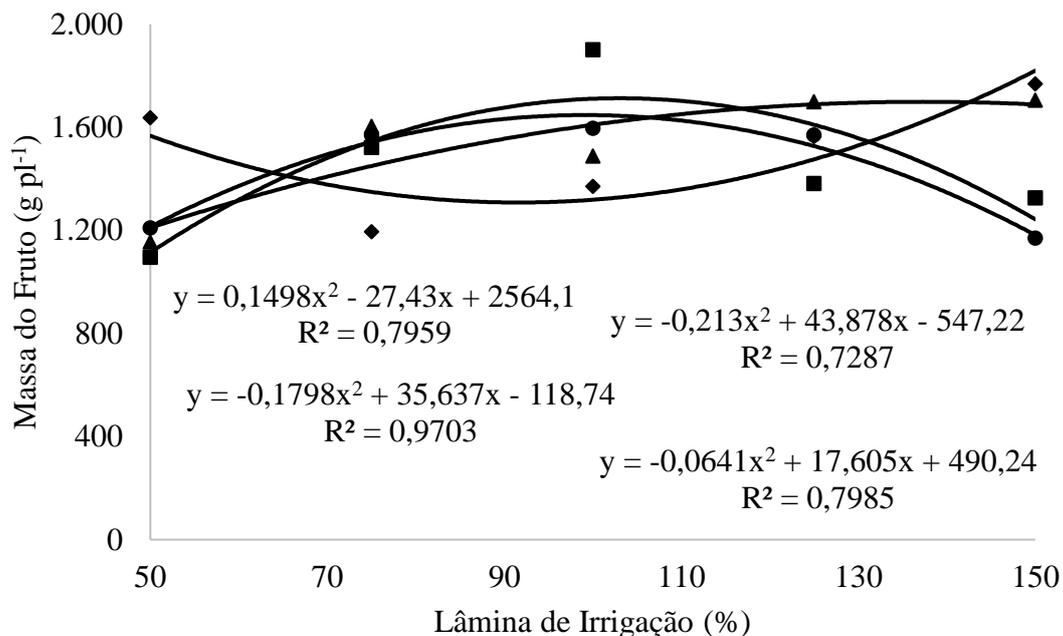
Fonte: autor

Na Figura 4 é possível observar o comportamento da massa dos frutos (MF) em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Para a estratégia hidrogel mais silício e a estratégia silício o modelo polinomial quadrático apresentou melhor ajuste, com o R^2 de 0,79 para ambos. A estratégia hidrogel apresentou um R^2 de 0,97 sendo a curva de melhor ajuste a polinomial quadrática, já para o solo o R^2 foi de 0,72 e a curva que melhor representou o comportamento foi a polinomial quadrática.

Os resultados encontrados correspondentes aos valores máximos de MF 1.712,49; 1.647,10; 3.121,38 e 1.820,10 g pl^{-1} sendo esses valores correspondentes as seguintes estratégias: solo, hidrogel, silício e hidrogel mais silício. Os valores encontrados obtiveram seus

melhores resultados nas seguintes lâminas: 103; 99; 150 e 150% da evapotranspiração da cultura.

Figura 4 - Massa do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

Podemos observar que a MFP obteve resultado significativos a 5% de probabilidade, já a MF obteve resultado a 1% de probabilidade, demonstrado que com o aumento das lâminas de irrigação e o uso de estratégias ocorreu um incremento na massa dos frutos. A diferença no peso médio das variáveis se deve pelo fato de que na MFP é considerado o peso médio dos frutos produzidos na planta por área útil, podendo este variar de tamanho, diâmetro e peso em uma mesma planta, já a massa dos frutos é considera o peso médio dos frutos da área útil.

Teodoro *et al.* (2004) ao estudar a cultura da melancia encontrou resultados similares, onde o autor informa que o melhor desempenho da cultura foi com a lâmina de 120% ECA, e atribuiu o resultado a manutenção dos teores de água no solo o que permitiu que a cultura tivesse um melhor desenvolvimento.

Esses valores são inferiores quando comparados com os encontrados por Pinho *et al.* (2011) que ao estudarem diferentes cultivares de melancia sob irrigação por gotejamento obteve os seguintes resultados: 6,028 kg para a cultivar Top Gun, 4,715 kg para a cultivar

Shadow e 6,125 kg para a cultivar Crimson Sweet. A diferença nos resultados expostos e os resultados encontrados pelo autor pode ter influência devido ao tipo de cultivar estudada.

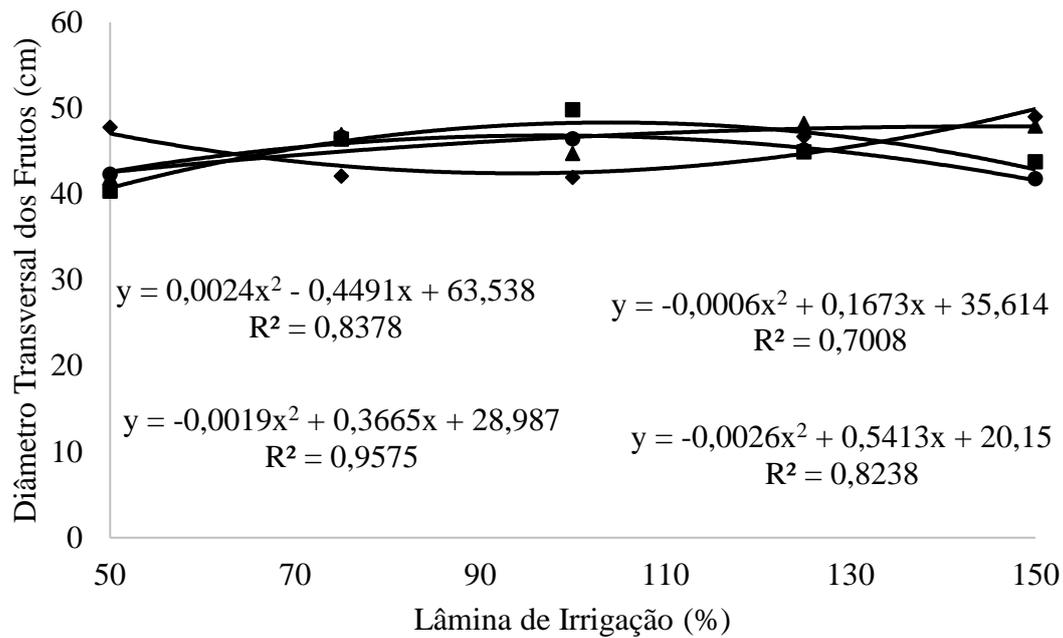
Nas Figuras 5 e 6 é possível observar o comportamento do diâmetro transversal do fruto (DTF) e o diâmetro longitudinal dos frutos (DLF) em função das diferentes lâminas de irrigação em conjunto com estratégias do uso da água.

O diâmetro transversal dos frutos Figura 5 obteve a curva polinomial quadrática como melhor ajuste para todas as estratégias estudadas. As estratégias solo, hidrogel, silício e hidrogel mais silício apresentaram R^2 de 0,82; 0,95; 0,70 e 0,83 respectivamente. Os valores encontrados do diâmetro transversal dos frutos em conjunto com as estratégias solo, hidrogel, silício e hidrogel mais silício foram 48,32; 46,66; 47,28 e 46,87 cm para as seguintes lâminas de irrigação 104; 96; 140 e 51% da evapotranspiração da cultura respectivamente.

O diâmetro longitudinal dos frutos Figura 6 mostra os resultados da regressão, onde as estratégias: solo, hidrogel e hidrogel mais silício tiveram seu melhor ajuste na curva polinomial quadrática e apresentaram valores de R^2 de 0,85; 0,92 e 0,83 respectivamente, a estratégia silício não apresentou resultado satisfatório sendo melhor ajustada com uma equação logarítmica e seu R^2 foi de apenas 0,42.

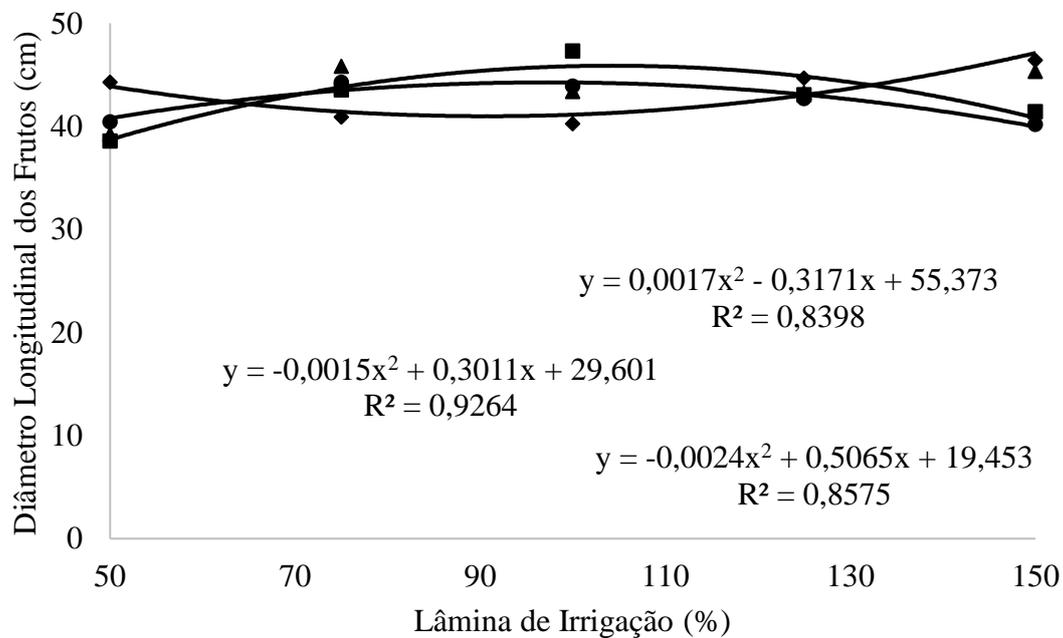
Os valores do diâmetro longitudinal encontrados para as estratégias solo, hidrogel e hidrogel mais silício foram: 46,17; 44,71 e 54,03 cm para as respectivas lâminas 106; 100 e 50% da evapotranspiração da cultura. O modelo permitiu estimar a melhor lâmina de irrigação e conjunto da a melhor estratégia do uso eficiente da água.

Figura 5 - Diâmetro transversal do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

Figura 6 - Diâmetro longitudinal do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

Salgado *et al.* (2018) estudando acultura da melancia no semiárido relata que os frutos que apresentaram maior diâmetro transversal foram submetidos ao tratamento T4 que

corresponde a uma lâmina de 125%, onde o valor médio foi de 20,78 cm, o autor salienta que o diâmetro por si só não deve ser interpretado sozinho, pois não tem relação direta com peso do fruto.

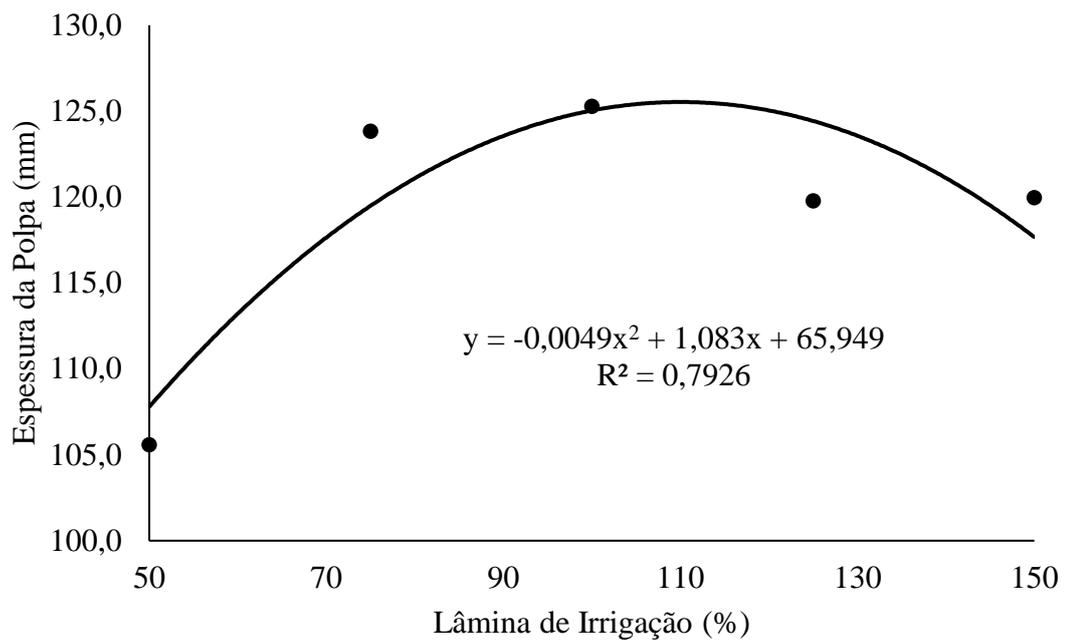
Teodoro *et al.* (2004) também encontrou resultados significativos ao analisar o comprimento dos frutos de melancia, em função das diferentes lâminas de irrigação, o que evidenciaria melhores características externas segundo o autor. Bernardo *et al.* (2009) traz que uma menor variação do nível de água no solo, pode resultar em um melhor desenvolvimento e uniformidade dos frutos.

A variável espessura da polpa (EP) (figura 6) melhor ajustou-se através da curva polinomial quadrática. O R^2 obtido para a variável foi de 0,79 tendo seu melhor desempenho na lâmina de 110% da evapotranspiração da cultura, alcançando o resultado de 125,79 mm. O incremento hídrico a partir da lâmina de 110% apresentou redução média da EP de 1,9 mm a cada 10% de lâmina aplicada. Os resultados demonstram que o excesso de água prejudica o desenvolvimento da polpa do fruto.

A espessura da casca (EC) foi influenciada pelas estratégias de otimização do uso da água, onde a curva que melhor ajustou-se para os fatores: solo, hidrogel e hidrogel mais silício foi a polinomial quadrática, apresentando os valores de R^2 de 0,67; 0,61 e 0,83. O fator silício não apresentou resultado satisfatório sendo seu R^2 de 0,01.

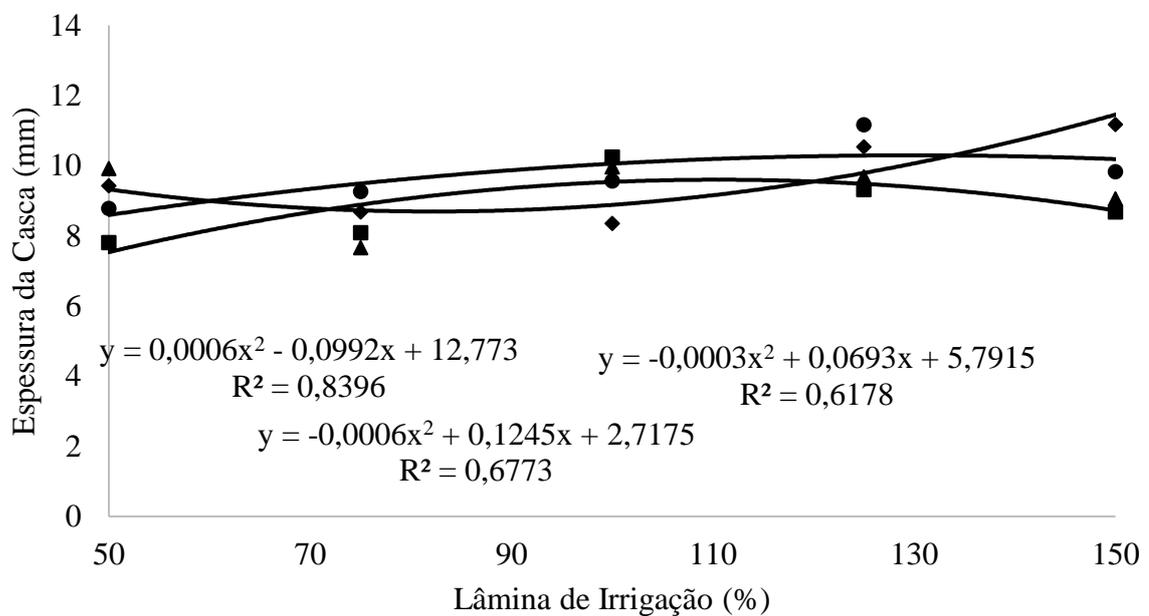
Os valores da EC encontrados para a interação lâmina mais solo foi de 9,17 mm para uma lâmina de 104% da evapotranspiração da cultura, já para a estratégia hidrogel e hidrogel mais silício foram encontrados os valores de 9,79 e 11,39 correspondente as lâminas de 115 e 150% da ETc da cultura. Observa-se que o incremento de água no solo propiciou um aumento na espessura da casca, contrastando com a espessura da polpa que teve expressiva redução a partir da lâmina de 110%.

Figura 7 - Espessura da polpa do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação. Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

Figura 8 - Espessura da casca do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

Valores similares foram encontrados por Salgado *et al.* (2018) onde obtiveram resultados para espessura da casca na ordem de 9,35 e 8,30 mm para os tratamentos de T3 e T4

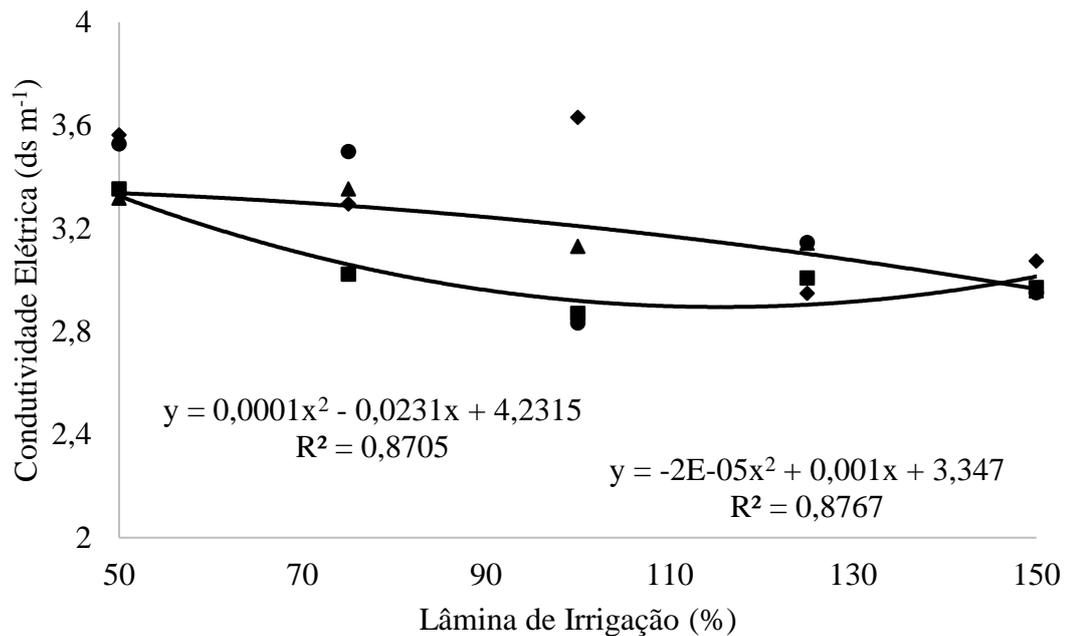
respectivamente. Garcia (2015) ao estudar a EP na cultura da abobrinha não obteve resultados significativo, possivelmente pelo fato de o autor trabalhar a supressão da irrigação na cultura, já que o mesmo informa que os menores valores absolutos da variável ocorreram no período de maior supressão da irrigação aos 55 dias.

Soares (2001) ao estudar diferentes lâminas de irrigação na cultura do meloeiro destacou que o rendimento da polpa variou de 31,33 e 33 mm, onde as lâminas aplicadas foram de 105 e 140 L por planta por ciclo. O autor informa ainda que os valores encontrados em seu experimento estão dentro da faixa ideal para a cultura que varia de 25 a 40 mm para cultivar valenciano amarelo.

Na Figura 9 é possível observar o comportamento da condutividade elétrica dos frutos (CE) em função da lâmina de irrigação e das estratégias de otimização do uso da água. O modelo polinomial quadrático com o R^2 de 0,87 foi o que melhor ajustou-se para as estratégias silício e hidrogel mais silício. Os valores de condutividade elétrica observada na estratégia hidrogel mais silício apresentaram decréscimo de 0,33 ds m^{-1} do maior valor ao menor valor que correspondem a 3,32 e 2,99 ds m^{-1} para as lâminas de 50 e 147% da ET_c da cultura, a partir da lâmina de 148% a CE obteve um aumento, tendo sua máxima de 3,01 ds m^{-1} para a lâmina de 150%.

A estratégia silício apresentou comportamento decrescente para a variável condutividade elétrica, com um valor de R^2 de 0,87. A variação da CE foi de 0,3 ds m^{-1} sendo seu maior e menor valor de 3,34 e 3,04 ds m^{-1} , respectivamente para as lâminas de 50 e 150% da evapotranspiração da cultura. As estratégias hidrogel e solo não apresentaram resultados satisfatórios.

Figura 9 - Condutividade elétrica do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.

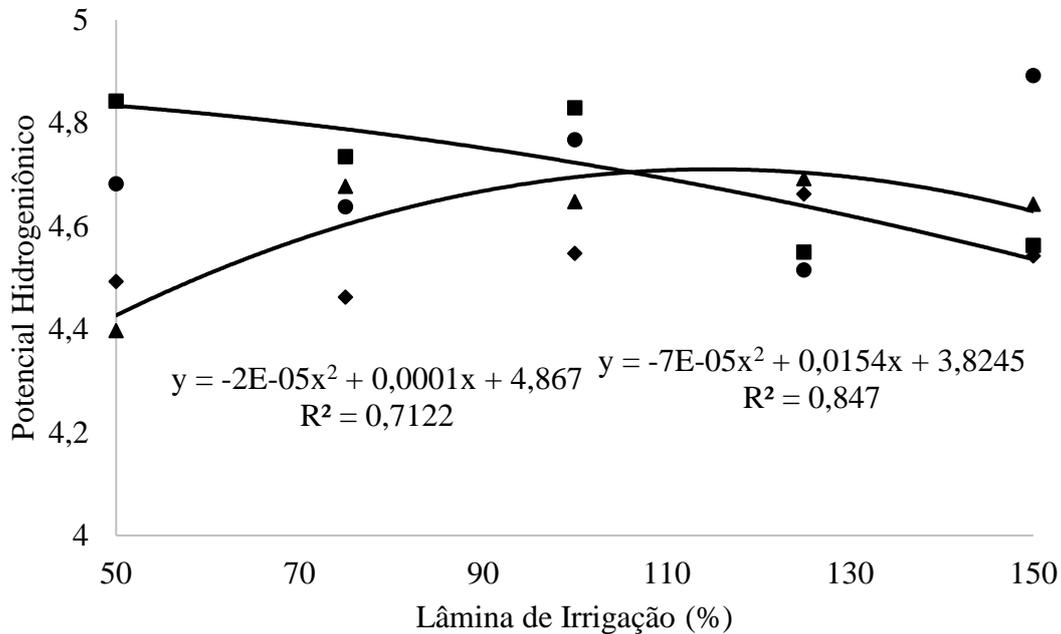


Fonte: autor

A explicação da diminuição da condutividade elétrica pode estar na disponibilidade hídrica acessível a planta, já que uma maior umidade pode acarretar na diluição dos sais disponíveis tanto no solo, como na planta. Os resultados encontrados são corroborados por Barbosa *et al.* (2012) encontrou resultados similares ao estudar o teor de água em sementes de amendoim. O autor expressa que o aumento no teor de água diminuiu o valor da condutividade elétrica, com tendência a estabilização.

Na Figura 10 é possível observar o comportamento do potencial hidrogeniônico (pH) dos frutos, em função das lâminas de irrigação e das estratégias de otimização do uso da água. O modelo polinomial quadrático obteve melhor ajuste para as estratégias solo e silício, com um R^2 de 0,71 e 0,84 respectivamente. A estratégia solo apresentou um decréscimo de 0,39 quando comprado o maior e menor valor, que foram 4,82 e 4,32 respectivamente, para as lâminas de 50 e 150%. Já para a estratégia silício o pH apresentou um ponto de máxima de 4,67 para uma lâmina de 110%, a partir desse valor o resultado apresenta decréscimo no valor d potencial hidrogeniônico. As estratégias hidrogel e hidrogel mais silício não obtiveram resultados satisfatórios.

Figura 10 - Potencial hidrogeniônico do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

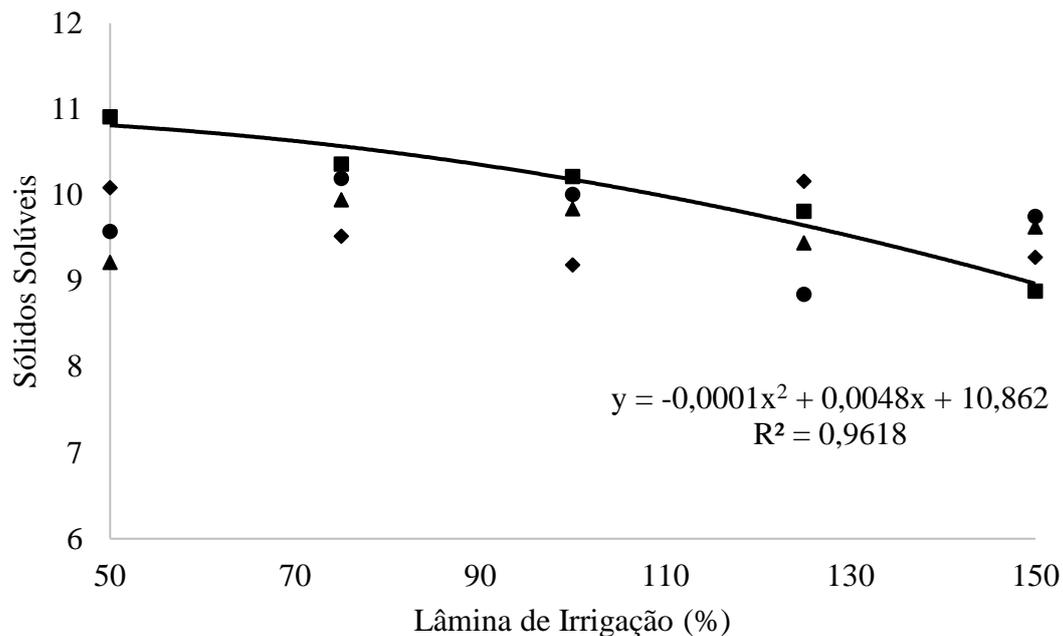
Valores superiores aos estudados foram encontrados por Costa (2017) ao avaliar os compostos fenólicos e capacidade antioxidante das cultivares de melancia *Manchester* e *Smile*, onde o valor de pH de 5,27 foi encontrado para a cultivar *Smile*. Nawirska-Olszańska *et al.*, (2014) informa que os ácidos livres na matéria fresca podem variar de 0,2 a 0,4 g 100 g⁻¹ representando valores mais elevados de pH (5,5 a 6,5), podendo ocorrer algumas exceções.

Tarazona-Diaz *et al.*, (2010) encontrou valores de pH variando de 5,10 a 5,37 estudando as cultivares *Fashion*, *Azabache*, *Motril*, *Kudam* e *Boston*. Medeiros *et al.*, (2012) verificou que o pH dos frutos de melão apresentaram aumento com o incremento da lâmina de irrigação, o autor informa que o resultado já era esperando devido ao fator diluidor nos componentes. Já Vásquez *et al.*, (2005) encontrou resultados similares ao estudando, onde o comportamento do pH apresentou diminuição com o aumento da lâmina de irrigação.

Na figura 11 é possível observar o comportamento dos sólidos solúveis em função da lâmina de irrigação e das estratégias de otimização do uso da água. A variável analisada apresentou resultado significativo apenas para o fator solo, com um R² de 0,96 onde obteve uma curva polinomial quadrática como sendo o melhor ajuste para o fator estudado. Observa-se que a curva apresentou resultados decrescente para o fator em estudo onde seu maior e menor valor de sólidos solúveis correspondem a 10,85 e 9,33 (°Brix), correspondendo as lâminas de 50 e

150% respectivamente. A variação ocorrida entre a maior e menor lâmina correspondente ao valor dos sólidos solúveis foi de 1,52. As demais estratégias não apresentaram resultados significativos.

Figura 11 - Sólidos solúveis do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação e estratégias de otimização do uso da água. Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

Pinho *et al.*, (2011) não encontrou resultados satisfatórios para a variável sólidos solúveis, estudando a cultura da melancia sob regime de irrigação por gotejamento, contudo seus valores de corroboram com os deste estudo, onde o mesmo encontrou valores na ordem de 10,16; 9,65 e 9,58 para as cultivares Top Gun, Shadow e Shadow respectivamente.

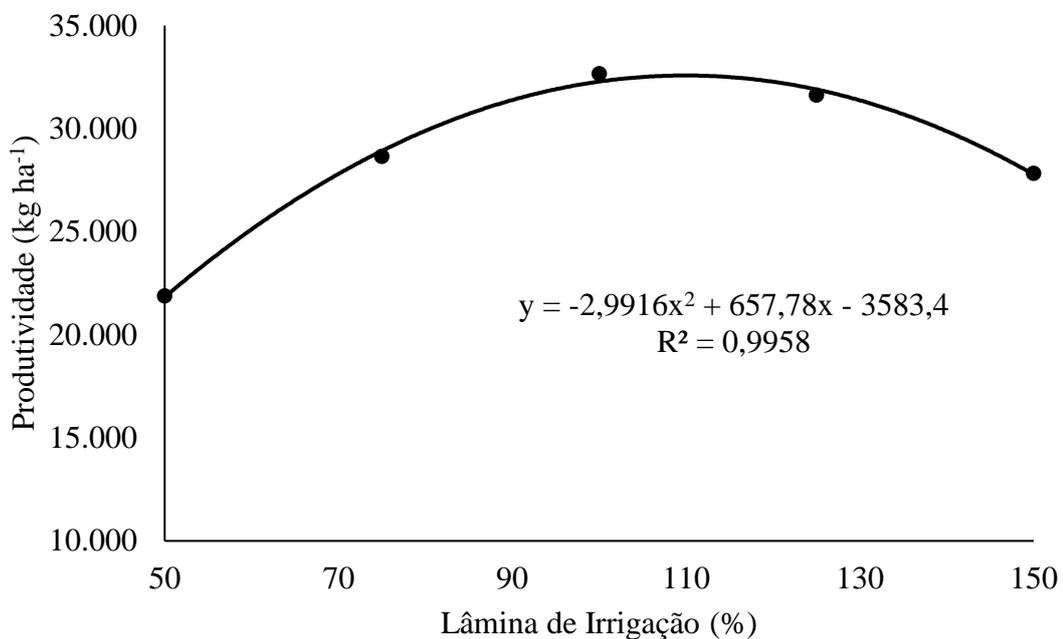
Negreiros *et al.*, (2005) verificou com houve uma redução no teor de sólidos solúveis quando ocorreu um aumento nas lâminas de irrigação, contudo os valores não foram suficientes para diferirem estatisticamente.

A produtividade obteve resultados significativos a nível de 1% pelo teste F, a análise de regressão demonstrou que o melhor ajuste para a variável foi a curva polinomial quadrática, com um R^2 de 0,99.

As lâminas inferiores a 100% da ET_c demonstraram que o déficit hídrico tem forte influência na produtividade, sendo que um déficit de até 50% da ET_c pode reduzir a produtividade em até 10.452,00 kg ha⁻¹, resultados encontrados neste estudo.

A produtividade da melancieira apresentou resultados crescentes até a lâmina de 110%, onde sua produtividade máxima foi de 32.574,04 kg ha⁻¹, o incremento de 10% na lâmina de irrigação contribuiu com um acréscimo de 295,44 kg ha⁻¹, já valores de lâminas superiores apresentaram declínio na produtividade, mostrando que o excesso de água no solo pode ser prejudicial ao desenvolvimento da cultura.

Figura 12 - Produtividade do fruto da mini melancia Smile em função da lâmina de irrigação. Iguatu, Ceará, 2022.



Fonte: autor

Já Teorodo *et al.* (2004) encontrou resultado linear ao estudar diferentes níveis de irrigação na cultura da melancia, onde o autor destaca que alcançou valor máximo de 44,96 t ha⁻¹ para uma lâmina de 120% ECA.

Sena *et al.* (2018) estudando diferentes lâminas de irrigação e cobertura do solo na cultura da abobrinha identificou resultados lineares para a variável produtividade, contudo o autor lâminas inferiores a 100% da ETc, sendo a mesma a máxima usada no estudo. Resultados similares também foram encontrados pro Filho *et al.* (2011) que ao estudar lâminas de irrigação em diferentes genótipos da bananeira observaram que os melhores resultados de produtividade foram nas lâminas de 80 e 120% da ETc.

6 CONCLUSÕES

As lâminas de irrigação proporcionaram um melhor desempenho nos principais componentes produtivos e vegetativos, excluindo apenas o diâmetro transversal dos frutos, potencial hidrogeniônico e sólidos solúveis.

A interação lâminas x estratégias forneceram um bom desempenho as variáveis massa do fruto, diâmetro transversal e longitudinal dos frutos, espessura da casca, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico e sólidos solúveis.

A produtividade não foi influenciada pelas estratégias de otimização do uso da água.

REFERÊNCIAS

- ABREU, W. R. **Importância do silício na cultura do arroz (*oryza sp.*) Em uma abordagem cienciométrica**. 2017. 52 f. Monografia. (Graduação em Agronomia) - Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2017.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 300p.
- AGARIE, S.; HANAOKA, N.; UENO, O.; MIYAZAKI, A.; KUBOTA, F.; AGATA, W.; KAUFMAN, P. B. Effects of Silicon on Tolerance to Water Deficit and Heat Stress in Rice Plants (*Oryza sativa* L.), Monitored by Electrolyte Leakage. **Plant Production Science**. p. 96 – 103, 1998.
- BARBOSA, R. M.; SILVA, C. B.; MEDEIROS, M. A.; CRUZ, M. A. P.; VIEIRA, C. R. D. Condutividade elétrica em função do teor de água inicial de sementes de amendoim. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.42, n.1, p.45-51, 2012.
- BATISTA, R. A.; ESPITIA, P. J. P.; QUINTANS, J. S. S.; FREITAS, M. M.; CERQUEIRA, M. A.; TEIXEIRA, J. A.; CARDOSO, J. C. Hydrogel as an alternative structure for food packaging systems. **Carbohydrate Polymers**. 205, 106–116, 2019.
- BERNARDO, Salassier; MANTOVANI, Everardo Chartuni; SILVA, Demetrius David; SOARES, Antonio Alves. **Manual de Irrigação**. 9. ed. Atualizada e Ampliada. Universidade Federal de Viçosa, 2019. 545 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 625p.
- CAMPAGNOL, R.; MELLO, S. C.; BARBOSA, J. C. Vertical growth of mini watermelon according to the training height and plant density. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 4, 2012.
- CARVALHO, M. A.; JÚNIOR, A. V. M.; SCHARDONG, A.; PORTO, R. L. L. Sistema de suporte à decisão para alocação de água em projetos de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.1, p.10–17, 2009.
- CHOGOUE, S. K.; ASSOGBA, R.; DEGBEY, H.; ABOKINI, E.; ACHIGAN-DAKO, E. G. Market structure and performance of watermelon (*Citrullus lanatus*) in Benin. **Scientific African** 3 (2019) e00048.
- CLARSON, S. J. Some Reflections on the Element Silicon. **Silicon**. 1:1–2, 2009. DOI 10.1007/s12633-009-9006-2.
- COELHO, E. L.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; CARDOSO, A. A. Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. **Bragantia**. Campinas, v.62, n.2, p.173-178, 2003.

COSTA, N. D. **Cultivo do melão**. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido, 2002 (Apostila).

CRUZ, B. L. S: SILICATO DE CÁLCIO NO MANEJO DO MELOEIRO E NA QUALIDADE DOS FRUTOS PÓS-COLHEITA. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pró-Reitoria De Pesquisa e Pós-Graduação, Programa De Pós-Graduação Em Fitotecnia (Proteção de Plantas), Mossoró, 2016, 51 p. f.: il. color.

DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Nutrition. In: Datnoff LE, ELMER, W. H. HUBER, D. M. (Eds.) Mineral Nutrition and Plant Disease. Saint Paul MN, APS Press. p. 233-246. 2007

FAN, X.; YANG, L.; WANG, T.; SUN, T.; LU, S. pH-responsive cellulose-based dual drug-loaded hydrogel for wound dressing. **European Polymer Journal**. 121, 109290, 2019.

FILHO, J. R. B.; NASCIMENTO, J. L.; NAVES, R. V.; TORRES, M. C. L.; GERALDINE, R. M.; SOUZA, E. R. B.; BARROSO, F. V. LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E GENÓTIPOS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE BANANEIRA. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 41, n. 2, p. 155-162, 2011.

GARCIA, A. C. **Supressão e frequência da irrigação na cultura da abobrinha**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Do Ceará, Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2015, 66 f. : il. Color.

GASCHO, G. J. Silicon sources for agriculture. **Silicon in Agriculture**. Chapter 12, 2001.

GEBREHIWOT, N. T.; AZADI, H.; TAHERI, F.; PASSEL, S. V.; How participation in Vegetables Market Affects Livelihoods: Empirical Evidence from Northern Ethiopia. **Journal of International Food & Agribusiness Marketing**. Vol. 30, no. 2, p.107–131, 2018.

GOMES, L. S.; MARTINS, C. A. S.; NOGUEIRA, N. O.; LOPES, F. S.; XAVIER, T. M. T.; CARDOSO, L. C. M. Efeito de diferentes valores de pH da solução nutritiva no desenvolvimento de variedades de melão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.1, p.73-78, 2011.

GRANJEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO A. B. Características de produção de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, out-dez, 2006.

GUAN, W.; ZHAO, X.; TREADWELL, D. D.; ALLIGOOD, M. R.; DONALD J. HUBER, D. J.; DUFAULT, N. S. Specialty Melon Cultivar Evaluation under Organic and Conventional Production in Florida. **American Society for Horticultural Science**. v. 23, p.905-912, 2013.

GUILHERME, M. R.; AOUADA, F. A.; FAJARDO, A. R.; MARTINS, A. F.; PAULINO, A. T.; DAVI, M. F. T.; RUBIRA, A. F.; MUNIZ, E. C. Superabsorbent hydrogels based on polysaccharides for application in agriculture as soil conditioner and nutriente carrier: A review. **European Polymer Journal**. 72 365–385, 2015.

JÚNIOR, J. L. C. S.; FRIZONNE, J. A.; PAZ, V. P. S. Otimização do uso da água no perímetro irrigado formoso aplicando lâminas máximas de água. **Irriga, Botucatu**. v. 19, n. 2, p. 196-206, 2014.

JÚNIOR, J. L. C. S.; FRIZZONE, J. A.; PAZ, V. P. S. Otimização do uso da água no perímetro irrigado formoso aplicando lâminas máximas de água. **Irriga**. v. 19, n. 2, p. 196-206, 2014.

Keller, J.; Karmeli D. Trickle irrigation design. Glendora: **Rain Bird Sprinkler Manufacturing**, 133p. 1975.

KHUSHBU.; WARKAR, S. G.; KUMAR, A. Synthesis and assessment of carboxymethyl tamarind kernel gum based novel superabsorbent hydrogels for agricultural applications. **Polymer**. 182, 121823, 2019.

KLOTZBÜCHER, T.; KLOTZBÜCHER, A.; KAISER, K.; MERBACH, I.; MIKUTTA, R. Impact of agricultural practices on plant-available silicon. **Geoderma**. 331, 15–17, 2018.

KOÇ, C. A Study on Some Parameters Which Can Affect Project Irrigation Efficiency in Irrigation Networks. **Irrigation and Drainege**. p.586-591, 2013.

KUANG, J.; YUK, K. Y.; HUH, K. M. Polysaccharide-based superporous hydrogels with fast swelling and superabsorbent properties. **Carbohydrate Polymers**. 83,284–290, 2011.

LIMA, M. de A.; CASTRO, V. F. de C.; VIDAL, J. B.; Enéas Filho, J. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 398-403, 2011.

MEDEIROS J.F.; AROUCHA E.M.M.; DUTRA I.; CHAVES S.W.P.; SOUZA M.S. Efeito da lâmina de irrigação na conservação pós-colheita de melão Pele de Sapo. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, jul. - set. 2012.

NAWIRSKA-OLSZAŃSKA, A; BIESIADA, A.; SOKOŁ-ŁETOWSKA, A; KUCHARSKA, A. Z. Characteristics of organic acids in the fruit of different pumpkin species. **Food Chemistry**, v. 148, p. 415–419, 2014.

NEGREIROS, M. Z.; COSTA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; NETO, F. B.; SOBRINHO, J. E. Rendimento e qualidade do melão sob lâminas de irrigação e cobertura do solo com filmes de polietileno de diferentes cores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.773-779, jul-set 2005.

OLIVEIRA, J. B.; SILVA, F. H. G.; ARAÚJO, E. M.; BRASIL, P. P.; VASCONCELOS, W. I.; MACEDO, K. G. **Influência dos elementos meteorológicos no modelo penman-monteith fao-56**. II simpósio de manejo de água e solos, 2017.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; SILVA, O. M. P.; MAIA, P. M. E.; PAIVA, E. P.; JÚNIOR, J. G. S. Desenvolvimento do maxixeiro cultivado em substrato fertirrigado com diferentes soluções nutritivas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.7, suplemento, p.777-783, 2012.

PENG, S. Silicon, Silica and Silicone in New York. **Silicon**. 7:307–308, 2015. DOI 10.1007/s12633-014-9278-z.

PEREIRA, A. M.; QUEIROGA, R. C. F.; PEREIRA, F. H. F.; SILVA, Z. L.; SANTOS, E. F. Characteristics of muskmelon fruits in relation to temporary row cover and the number of fruits. **Horticultura Brasileira**. v.35, n.4, 2017.

PILLAI, C. S. K. Challenges for Natural Monomers and Polymers: Novel Design Strategies and Engineering to Develop Advanced Polymers. **Designed Monomers and Polymers**. 13, 87–121, 2010.

PINHO, R. C.; FERREIRA, V. M.; JUNIOR, A. A.; ANDRADE, F. N.; RIBEIRO, V. Q. Produção e qualidade de frutos de cultivares de melancia sob irrigação por gotejamento. **XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Cuiabá - MT, Brasil, 2011.

PONTES FILHO, R. A. **Recuperação de áreas degradadas no semiárido com tamboril usando diferentes técnicas de manejo**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Fortaleza, 2016, 91 p. f.: il. color.

RABELO FILHO, F. A. C.; CARVALHO, K. F.; LIMA, J. A. A.; QUEIROZ, M. A.; PAIVA, W. O.; NASCIMENTO, A. K. Q. Fontes de resistência em melancia e meloeiro a vírus do gênero *Potyvirus*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.5, n.2, p.187-191, 2010.

REIS, T.H.P., GUIMARÃES, P. T. G.; FIGUEIREDO, F. C.; POZZA, A. A. A.; NOGUEIRA, F. D.; RODRIGUES, C. R. O silício na nutrição e defesa de plantas. **Boletim técnico**, 82. Belo Horizonte: EPAMIG, 1(1), 124. 2007

REIS, D. S. **Efeito de lâminas de irrigação e bioestimulante na fisiologia e produção de variedades de melão no vale do submédio são francisco**. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)** - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Juazeiro, 2018, 107 f.: il.

RIBEIRO, R. V.; SILVA, L.; RAMOS, R. A.; ANDRADE, C. A.; ZAMBROSI, F. C. B.; PEREIRA, S. P. O alto teor de silício no solo inibe o crescimento radicular de cafeeiros sem afetar as trocas gasosas foliares. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. 35:939-948, 2011.

SANTOS, J. C. N. D., ANDRADE, E. M. D., MEDEIROS, P. H. A., GUERREIRO, M. J. S., & PALÁCIO, H. A. D. Q. Land use impact on soil erosion at different scales in the Brazilian semi-arid. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 251-260, 2017.

SALGADO, V. C.; FILHO, E. J. S.; GAVAZZA, S.; FLORENCIO, L.; TAKAYUKI KATO, M. Cultivo de melancia no semiárido irrigado com diferentes lâminas de esgoto doméstico tratado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.24, n.4, p.727-738, 2018.

SANTOS, H. T. S.; CARVALHO, D. F.; SOUZA, C.; MEDICI, L. O. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. **Revista Engenharia Agrícola**. v.35, n.5, p.852-862, 2015.

SANTOS, H. T.; CARVALHO, D. F.; SOUZA, C.; MEDICI, L. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. **Revista e Engenharia Agrícola**. v.35, n.5, p.852-862, 2015.

SENA, C. C.; FERREIRA, A. A.; NETO, S. A.; ARAÚJO, K. K. S.; SILVA, F. I. O. Diferentes Lâminas De Irrigação E Cobertura De Solo No Cultivo Da Abobrinha-Italiana. **Revista Mirante**. Anapolis – GO, v. 11, n. 8, ISSN 1981-4089, 2018.

SERRANO, R.; PINILLA, V. Causes of world trade growth in agricultural and food products, 1951–2000: a demand function approach. **Applied Economics**. 42, 3503–3518, 2010.

SILVA, S. N.; NEVES, E. IMPORTÂNCIA DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia-GO, v.17, n.34, p. 271, 2020.

SOARES, J. M. **Efeito da aplicação foliar de silício no manejo, na produção e na qualidade dos frutos do meloeiro**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2020, 69 f.

SILVA, L. V.; OLIVEIRA, G. Q.; SILVA, M. G.; NAGEL, P. L.; MACHADO, M. M. V. Doses de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de abobrinha no município de Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.3, p.447-451, 2011.

SILVA, W. F.; MARQUES, D. J.; SILVA, E. C.; BIANCHINI, H. C.; ISHIMOTO, F. A.; JÚNIOR, M. J. F. P. Diagnóstico da produção de hortaliças na região Metropolitana de Belo Horizonte. **Horticultura Brasileira**. v. 33, n. 3, 2015.

SOARES, A. J. **Efeito de três lâminas de irrigação e de quatro doses de potássio via fertirrigação no meloeiro em ambiente protegido**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001, 67 p.: il.

SOUNDARARAJAN, P.; SIVANESAN, I.; JANA, S.; JEONG, B. R. Influence of silicon supplementation on the growth and tolerance to high temperature in *Salvia splendens*. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**. v. 55, p. 271–279, 2014.

TARAZONA, M. S.; VIEGAS, J.; MOLDAO-MARTINS, M.; AGUAYO, E Bioactive compounds from flesh and by-product of fresh-cut watermelon cultivars. **Journal Science Food Agricultural**, v. 91, p. 805–812, 2011.

TEODORO, R. E. F.; ALMEIDA, F. P.; LUZ, J. M. Q.; MELO, B. DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NA CULTURA DE MELANCIA (CITRULLUS LANATUS). **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.20, n.1, p. 29-32, 2004.

TROMBONI, F.; BORTOLINI, L.; MARTELLO, M. The use of water in the agricultural sector: a procedure for the assessment of large-scale irrigation efficiency with gis. **Irrigation and Drainage**. p.440-450, 2014.

TUBAÑA, B. S.; HECKMAN, J. R. **Silicon and Plant Diseases**. p. 7 - 51, 2015.

VARGAS P. F.; GALATTI F. S.; SOUZA J. O.; CASTOLDI R.; CHARLO H. C. O.; BRAZ L. T. 2013. Physicochemical characteristics of experimental net melon hybrids developed in Brazil. **Horticultura Brasileira**. v. 31, n. 3, 2013.

VÁSQUEZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. S.; SOUSA, V. F. Qualidade pós-colheita de frutos de meloeiro fertirrigado com diferentes doses de potássio e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.199-204, 2005.

VENDRUSCOLO, E. P.; CAMPOS, L. F. C.; ARRUDA, E. M.; SELEGUINI, A. Análise econômica da produção de alface crespa em cultivo sucessivo de plantas de cobertura em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.12, n.4, p.458-463, 2017.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no distrito federal. **Ateliê Geográfico**. v. 5, n. 1, p. 183-195, 2011.

VIDAL, M. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**. v.29, n. 2, 2011.

VILELA, N. J.; AVILA, A. C. de.; VIEIRA, J. V. **Dinâmica do agronegócio brasileiro da melancia: produção, consumo e comercialização**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. (Circular técnica 42).

WICHTERLE, O.; LÍM, D. Hydrophilic Gels for Biological Use. **Nature**. v.185, Ed. 4706, p. 117-118, 1960.

YAGHI, T.; ARSLAN, A.; NAOUM, F. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. **Agricultural Water Management**. 128, 149–157, 2013.

YAN, G.; NIKOLIC, M.; YE, M.; XIAO, Z.; LIANG, Y. Silicon acquisition and accumulation in plant and its significance for agriculture. **Journal of Integrative Agriculture**. 17(10): 2138–2150, 2018.

YANG, Z.; JUN MA.; BAI, B.; QIU, A.; LOSIC, D.; SHI, D.; CHEN, M. Free-standing PEDOT/polyaniline conductive Polymer hydrogel for flexible solid-state supercapacitors. **Electrochimica Acta**. 322, 134769, 2019.

ZHANG, Y.; SHI, H.; GONG, H.; ZHAO, H.; LI, H.; HU, Y.; WANG, Y. Beneficial effects of silicon on photosynthesis of tomato seedlings under water stress. **Journal of Integrative Agriculture**. 17(10): 2151–2159, 2018.