



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MIRELLY MIGUEL PORCINO

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA DO MELOEIRO À *Fusarium* sp. COM ELICITORES À
BASE DE SILÍCIO**

AREIA
2022

MIRELLY MIGUEL PORCINO

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA DO MELOEIRO À *Fusarium* sp. COM ELICITORES À
BASE DE SILÍCIO**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia, **área de concentração:** Agricultura Tropical.

Orientadora: Luciana Cordeiro do Nascimento

**AREIA
2022**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P834i Porcino, Mirelly Miguel.

Indução de resistência do meloeiro à *Fusarium* sp.
com elicitores à base de silício / Mirelly Miguel
Porcino. - Areia:UFPB/CCA, 2022.
102 f. : il.

Orientação: Luciana Cordeiro do Nascimento.
Tese (Doutorado) - UFPB/Areia.

1. Agronomia. 2. Cucumis melo L. 3. Fusariose. I.
Nascimento, Luciana Cordeiro do. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.2)

MIRELLY MIGUEL PORCINO

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA DO MELOEIRO À *Fusarium* sp. COM ELICITORES À
BASE DE SILÍCIO**

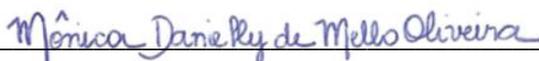
Trabalho de Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Agronomia. **Área de concentração:** Agricultura Tropical.

Aprovado em 19/04/2022

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento
Orientadora
PPGA/CCA/ UFPB



Profa. Dra. Mônica Danielly de Mello Oliveira
Avaliador Interno
PPGA/CCA



Prof. Dr. Guilherme Silva de Podestá
Avaliador Interno
DFCA/CCA



Profa. Dra. Mileny dos Santos de Souza
Avaliador Externo
PPGA/UFAL

Á minha mãe, pela fonte inesgotável de força e amor que és.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Ao soberano Deus, por iluminar o meu caminho e me dar forças para seguir essa longa jornada.

Aos meus pais, Manoel Porcino (*in memoriam*), a minha Mãe Maria Lúcia Miguel e a minha irmã Marily Miguel, pelo amor incondicional e apoio.

À Luciana Cordeiro do Nascimento pela orientação, por todos os ensinamentos, pela disponibilidade, paciência, ensinamentos e conselhor ao longo desses oito anos.

Aos amigos que sempre estiveram ao meu lado, Mileny de Souza, Joseneide Pereira, Robério de Oliveira, Ana Claudia Medeiros, José Roberto, Carla Selena.

A Hilderlani Florêncio, Edcarlos Camilo, Guilherme Chaves, Silvana Nunes, Lucy Gleide, Barbara Tico, pela valiosa colaboração sem medir esforços na condução desta pesquisa, convivência e amizade.

Ao meu namorado Valdeir de Souza, pelo companheirismo, cuidado e fundamental colaboração na realização dessa pesquisa.

Aos funcionários, Severino da Silva (Nino) e Dona Francisca, pelo apoio diário e auxílio no desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos colegas do laboratório de Fitopatologia, Mirelly Coelho, Severino Neto, Jakeline Florencio, Bruna Silveira, Ery Bonifácio, Magaly Morgana, Thamillys do Nascimento, Lucimere Chavier, Wagner Magno, Oliveiros de Oliveira, José Manoel a vocês todo o meu carinho, por todos os momentos de aprendizado que a convivência nos proporcionou.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, por conceder-me a oportunidade do aperfeiçoamento profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos contemporâneos do Laboratório de Fitopatologia e do curso de Graduação e Pós-graduação em agronomia em nome de Patrícia Abrão e Luan Nunes pela convivência, aprendizado.

A todos que compartilharam comigo essa longa e grande jornada acadêmica.

MUITO OBRIGADA!

“Mais cedo ou mais tarde, a teoria sempre acaba assassinada pela experiência”.

(Albert Einstein)

RESUMO GERAL

O meloeiro é uma das olerícolas mais cultivadas e apreciadas no mundo, porém um dos entraves à sua produção é a alta suscetibilidade aos patógenos. Uma das principais doenças que acometem o meloeiro é a murcha-de-Fusarium (*Fusarium* sp.), acarretando perda de rendimento, morte das plantas, podridão em frutos. O uso de elicitores de resistência à base de silício, associados a outras práticas de manejo, podem atenuar problemas relacionados ao ataque de patógenos, além melhorar qualidade fisiológica e produtiva. Diante do exposto o objetivo geral dessa pesquisa foi determinar a influência de produtos a base de Silício sobre plantas e frutos de meloeiro (*Cucumis melo* L.) e seu efeito sobre *Fusarium* sp. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT) da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. Os elicitores utilizados foram Silicato de Potássio (4L/100L), Silício Orgânico (100g/100L), Agrosilício® (3g/L), Rocksil® (3g/L), Ácido Salicílico (2 mmol), Chelal® Si (2L/100L), além do fungicida Tiabendazol® (400mL/100L) e a testemunha (não tratado).

Capítulo I: Objetivou-se determinar os efeitos da aplicação foliar de elicitores a base de silício em aspectos produtivos, fisiológicos e na qualidade pós-colheita de meloeiro amarelo. Analisaram-se as trocas gasosas nas plantas em campo, na pós-colheita (peso de frutos, espessura de casca e polpa, firmeza da polpa, acidez total titulável, potencial hidrogeniônico, teor de sólidos solúveis, SS/AT e vitamina C) e na atividade das enzimas peroxidases (PODs), polifenoloxidasas (PPOs), fenilalanina amônia-liase (FAL). Os elicitores não influenciaram nas características físicas e químicas e na atividade enzimática dos frutos de meloeiro e não alteraram as características biométricas, a produtividade e qualidade química de fruto. Os elicitores promoveram o aumento da taxa fotossintética e transpiração das plantas, não influenciando a atividade das enzimas PODs, PPOs e PAL. Capítulo II: Objetivou verificar o efeito de fontes de silício sobre *Fusarium* sp. *in vitro* e em mudas de meloeiro amarelo. Foi avaliada a interação entre dois isolados de *Fusarium* sp. e os elicitores *in vitro*, analisando-se o índice de velocidade de crescimento micelial, percentual de inibição de crescimento, produção de esporose percentual de inibição de esporulação atividade enzimática. Os tratamentos mais eficientes na inibição de crescimento e infecção do patógeno em ambos os testes foram o Rocksil® e o Tiabendazol®. O Rocksil® e Silicato de Potássio reduziram o índice da doença em mudas de meloeiro. O Rocksil® é eficiente no controle *in vitro* de *Fusarium* sp. Capítulo III: Objetivou-se determinar a eficiência de elicitores a base de silício na qualidade pós-colheita e no controle de podridão causada por *Fusarium* sp. em frutos de meloeiro amarelo. Foi analisado o Peso de frutos; Espessura de casca e polpa; firmeza da polpa; Acidez total titulável; Potencial hidrogeniônico; Teor de sólidos solúveis; Relação Sólidos Solúveis e Acidez titulável; Vitamina C. No teste de patogenicidade em frutos foram confrontados dois isolados de *Fusarium* sp. medindo-se o diâmetro da lesão. Avaliou-se a atividade das enzimas PODs, PPOs e FAL. Os elicitores não reduziram a severidade da doença causada por *Fusarium* sp. O Agrosilício® é eficiente na ativação da fenilalanina amônia-liase em frutos de meloeiro amarelo.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.; fusariose; podridão dos frutos.

ABSTRACT GENERAL

The melon is one of the most cultivated and appreciated vegetables in the world, adapted to semi-arid climatic conditions. One of the obstacles to its production is the high susceptibility to pathogens. One of the main diseases that affect the melon is Fusarium wilt (*Fusarium* sp.), causing yield loss, damping off, plant death, fruit rot and unfeasibility of commercialization. The use of silicon-based resistance elicitors, associated with other management practices, can mitigate problems related to the attack of pathogens, in addition to providing improvements in the physiological and productive quality of the crop. In view of the above, the general objective of this research was to determine the influence of silicon-based products on melon plants and fruits (*Cucumis melo* L.) and its effect on *Fusarium* sp. The research was carried out at the Phytopathology Laboratory (LAFIT) of the Federal University of Paraíba, Campus II, Areia-PB. The elicitors used were Potassium Silicate (4L/100L), Organic Silicon (100g/100L), Agrosilicon® (3g/L), Rocksil® (3g/L), Salicylic Acid (2 mmol), Chelal® Si (2L/ 100L), in addition to the fungicide Thiabendazole® (400mL/100L) and the control (without treatment). Article I: The objective was to determine the effects of foliar application of silicon-based elicitors on productive and physiological aspects and on postharvest quality of yellow melon. Gas exchange in plants in the field, post-harvest (fruit weight, skin and pulp thickness, pulp firmness, total titratable acidity, hydrogenic potential, soluble solids content, SS/AT and vitamin C) and on the activity of enzymes peroxidases (PODs), polyphenoloxidases (PPOs), phenylalanine ammonia lyase (FAL). The elicitors did not influence the physical and chemical characteristics and enzymatic activity of melon fruits and did not change the biometric characteristics, productivity and chemical quality of fruits, in the two cultivation cycles. The elicitors promoted an increase in photosynthetic rate and transpiration of plants, however, they did not change the activity of PODs, PPOs and FAL enzymes. Article II: Aimed to verify the effect of silicon sources on *Fusarium* sp. *in vitro* and in yellow melon seedlings. The interaction between two *Fusarium* sp. and the *in vitro* elicitors, analyzing the mycelial growth rate index, percentage of growth inhibition, sporose production, percentage of sporulation inhibition. The most efficient treatments in inhibiting the growth and infection of the pathogen in both tests were Rocksil® and Thiabendazole®. Rocksil® and Potassium Silicate reduced the disease rate in melon seedlings. For biometric parameters and physiological responses, no differences were observed between treatments. Rocksil® is efficient in the *in vitro* control of *Fusarium* sp. Article III: The objective was to determine the efficiency of silicon-based elicitors in post-harvest quality and in the control of rot caused by *Fusarium* sp. in yellow melon fruits. The weight of fruits was analyzed; Peel and pulp thickness; pulp firmness; Total titratable acidity; Hydrogen potential; Soluble solids content; Ratio of Soluble Solids and Titratable Acidity; Vitamin C. In the fruit pathogenicity test, two *Fusarium* sp. measuring the diameter of the lesion. The activity of PODs, PPOs and FAL enzymes was evaluated. The elicitors did not reduce the severity of the disease caused by *Fusarium* sp. Agrosilicon® is efficient in activating phenylalanine ammonia-lyase in yellow melon fruits.

Keywords: *Cucumis melo* L.; fusariosis; fruit rot.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Precipitação diária registrada durante o período experimental 1º ciclo (setembro a novembro de 2019) e 2º ciclo (fevereiro a abril de 2020) no município de Areia, PB, 2022. Fonte: PORCINO, M.M. (2022).....41
- Figura 2.** Valores médios de produtividade entre tratamentos (A) e anos de cultivo (B) dos frutos do meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) em função da aplicação de diferentes fontes de silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas através do teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Agro- Agrosilício® (3g/L), AS- Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chel- Chelal®, fung- Tiabendazol (400 mL/100L). Si (2L/100L), Rock- Rocksil® (3g/L), Testemunha (não tratada).....49
- Figura 3.** Atividade das enzimas peroxidase (POD), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (FAL) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratadas com diferentes fontes de silício. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas (compara os tratamentos) e maiúsculas (anos de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Agro- Agrosilício® (3g/L), AS- Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chel- Chelal®, fung- Tiabendazol (400 mL/100L). Si (2L/100L), Rock- Rocksil® (3g/L), Testemunha (não tratada).....50
- Figura 4.** Correlação de Pearson entre os parâmetros taxa fotossintética (A), condutância estomática (gs), concentração interna de carbono (Ci), transpiração (E), temperatura foliar (TF °C), eficiência instantânea de uso da água (EUA), eficiência intrínseca de uso da água (EiUA), eficiência instantânea de carboxilação (EiC), e enzimas peroxidase (POX), polifenoloxidase (POL) e fenilalanina amônia-liase (FAL), analisadas aos 25 e 50 dias após o transplântio (Areia-PB) de mudas de meloeiro amarelo. A- 1º ciclo, B- 2º ciclo a 1% e 5% de probabilidade.....51

CAPÍTULO III

- Figura 1.** Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), percentual de inibição do crescimento micelial (PIC), esporulação e percentual de inibição da esporulação (PIE) de isolados de *Fusarium*, sob aplicação de produtos à base de Silício. T₁: Testemunha (BDA), T₂: ácido salicílico AS (2 mmol), T₃: Chelal® Si (2L/100L), T₄: Rocksil® (3g/L), T₅: Agrosilício® (3g/L), T₆: Silício Orgânico (100g/100L), T₇: Silicato de Potássio (0,4L/100L) e T₈: Fungicida Tiabendazol (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas (compara tratamentos) e maiúsculas (compara isolados), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).....65
- Figura 2.** Índice de doença (%) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) aos 40 dias após à aplicação de produtos à base de Silício e inoculação com isolados

de *Fusarium* sp. Testemunha (BDA), T₂: ácido salicílico AS (2 mmol), T₃: Chelal[®] Si (2L/100L), T₄: Rocksil[®] (3g/L), T₅: Agrosilício[®] (3g/L), T₆: Silício Orgânico (100g/100L), T₇: Silicato de Potássio (0,4L/100L) e T₈: Fungicida Tiabendazol (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas (compara tratamentos) e maiúsculas (compara isolados), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).....67

Figura 3. Plântulas de meloeiro amarelo apresentando sintomas de necrose da raiz primária (A); podridão radicular (B); murcha das folhas cotiledonares (C) e morte da plântula (D) causada por *Fusarium* sp.; Clamidósporo terminal (à esquerda), microconídio (à direita) (E) e macroconídios (F) de *Fusarium* sp.; Macroconídios (G e H) e microconídio à esquerda (H) de *Fusarium solani*.....68

CAPÍTULO IV

Figura 1. Área lesionada em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) inoculados com duas espécies de *Fusarium* e tratados com elicitores de resistência. Isolado 1- *Fusarium* sp. e Isolado 2- *Fusarium solani*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). T1: Testemunha (água estéril), T2: Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), T3: Chelal[®] Si (2L/100L), T4: Rocksil[®] (3g/L), T5: Agrosilício[®] (3g/L), T6: Silício Orgânico (100g/100L), T7: Silicato de Potássio (0,4L/100L), T8: Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).....95

Figura 2. Sintomas externos (A) e internos (B) em frutos de meloeiro amarelo causados por *Fusarium solani*; Sintomas externos (C) e internos (D) causados por *Fusarium* sp.; Coloração da colônia (E) e Macroconídio (F) do *F. solani*; Coloração da colônia (G) e Macroconídio de *Fusarium* sp. (H); Clamidósporos em cadeias à esquerda, microconídio à direita (I) e monofiálide produzindo macronídios sobre falsa cabeça (J) de *F. solani*; Clamidósporo verrugoso terminal (K) e microconídio (L) de *Fusarium* sp.....96

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental em dois ciclos de cultivo, Areia – PB, 2019/2020.....40
- Tabela 2.** Taxa fotossintética (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*Ci*) e transpiração (*E*) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratadas com diferentes fontes de silício, em dois ciclos de cultivo. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam efeitos dos anos de cultivo, as minúsculas comparam efeitos dos tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol) e o Chelal[®] Si (2L/100L), o fungicida Tiabendazol (400 mL/100L).....43
- Tabela 3.** Temperatura foliar (TF °C), eficiência instantânea de uso da água (*EUA*), eficiência intrínseca de uso da água (*EiUA*) e eficiência instantânea de carboxilação (*EiC*) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratadas com diferentes fontes de silício. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam efeitos dos anos de cultivo, as minúsculas comparam efeitos dos tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), e o fungicida Tiabendazol (400 mL/100L).....44
- Tabela 4.** Diâmetro longitudinal (DAL), transversal (DAT), espessura da casca (ESC), da polpa (ESP), firmeza (FMZ) e peso dos frutos do meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com diferentes fontes de silício. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam efeitos dos anos de cultivo, as minúsculas comparam efeitos dos tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), e o fungicida Tiabendazol (400 mL/100L).....46
- Tabela 5.** Potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (AT) e vitamina C em frutos do meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com diferentes fontes de silício. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam efeitos dos anos de cultivo, as minúsculas comparam efeitos dos tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), e o fungicida Tiabendazol (400 mL/100L).....47

CAPÍTULO III

Tabela 1. Massa seca de raízes (MSR), folha (MSF) e caule (MSC), número de folhas (NF), comprimento do ramo principal (CRP) e diâmetro do caule (DC) de plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), aos 40 dias após à aplicação de produtos a base de Silício e inoculação com isolados de *Fusarium* sp. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: Rio Grande do Norte e Isolado F2: Paraíba.....69

Tabela 2. Clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e relação clorofila *a/b*, em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), aos 30 dias após à aplicação de produtos à base de Silício e inoculação com isolados de *Fusarium* sp. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.....70

Tabela 3. Fluorescência inicial (F_0), variável (F_v), máxima (F_m), eficiência quântica do PSII (F_v/F_m) em plantas de meloeiro (*Cucumis melo* L.), aos 30 dias após à aplicação de produtos à base de silício e inoculação com *Fusarium* sp. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.....71

Tabela 4. Temperatura foliar (TF) (°C), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (C_i) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), aos 30 dias após à aplicação de produtos à base de Silício e inoculação com isolados de *Fusarium* sp. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.....73

Tabela 5. Assimilação líquida de CO₂ (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência instantânea de uso da água (EUA) ($\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), eficiência intrínseca de uso da água (EiUA) ($\text{mmol m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$] em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), aos 30 dias após à aplicação de produtos à base de Silício e inoculação com isolados de *Fusarium* sp. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L),

Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.....74

Tabela 6. Atividade da peroxidase (POD) e fenilalanina amônia-liase (FAL) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) inoculadas com *Fusarium* spp., e tratadas com produtos à base de Silício. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.....75

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Espessura da casca e polpa em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com produtos à base de Silício e avaliados em quatro períodos de armazenamento Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100L).....88

Tabela 2. Firmeza da polpa e perda de massa fresca em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com produtos à base de Silício e avaliados em quatro períodos de armazenamento. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).....89

Tabela 3. Acidez titulável, potencial hidrogeniônico (pH) e teor de sólidos solúveis em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com produtos à base de Silício e avaliados em quatro períodos de armazenamento. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).....91

Tabela 4. Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e vitamina C em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com produtos à base de Silício e avaliados em quatro períodos de armazenamento. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), fungicida Tiabendazol[®] (400

ml/100 L⁻¹).....94

Tabela 5. Atividade da peroxidase (POD) e fenilalanina amônia-liase (PAL) em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) inoculados com *Fusarium* e tratados com produtos à base de silício. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).....97

SUMÁRIO

Capítulo I - Fundamentação teórica.....	17
1. INTRODUÇÃO GERAL	18
2. OBJETIVO.....	20
2.1. Objetivo Geral.....	20
2.2. Objetivo Específicos.....	20
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1. Aspectos Gerais da Cultura do Meloeiro.....	21
3.2. Importância econômica	21
3.3. <i>Fusarium</i> na cultura do meloeiro.....	23
3.4. Indução de resistência em plantas	24
3.5. Uso de Silício no manejo de doenças	25
REFERENCIAS	26
Capítulo II - Aspectos de produção, fisiologia e bioquímica do meloeiro amarelo (<i>Cucumis melo</i> L.) tratados com fontes de Silício.....	36
RESUMO	37
ABSTRACT.....	38
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1. Local e Condução do Experimento	40
2.2. Trocas gasosas em meloeiro	41
2.3. Análises pós-colheita.....	42
2.4. Análises enzimática	42
2.5. Análise estatística	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4. CONCLUSÃO	52
REFERENCIAS	52
Capítulo III - Silício no manejo de <i>Fusarium</i> sp. em plantas de <i>Cucumis melo</i> L.....	58
RESUMO	59
ABSTRACT.....	60
1. INTRODUÇÃO.....	61
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	62
2.1. Teste in vitro.....	62
2.2. Teste de patogenicidade (<i>in vivo</i>)	63
2.3. Análise de Trocas Gasosas	63
2.4. Biometria de plântulas	64
2.5. Análises enzimáticas.....	65

2.6. Análise estatística	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
4. CONCLUSÃO.....	76
5. REFERÊNCIAS	76
Capítulo IV - Silício no controle da podridão por <i>Fusarium</i> e qualidade pós-colheita em frutos de meloeiro	82
RESUMO	83
ABSTRACT.....	84
1. INTRODUÇÃO	85
2. MATERIAL E MÉTODOS	86
2.1. Local de condução dos experimentos	86
2.2. Aquisição e tratamento dos frutos	86
2.3. Análises pós-colheita.....	86
2.4. Obtenção dos isolados	87
2.4.1. Teste de patogenicidade	87
2.5. Análises enzimáticas.....	87
2.6. Análise estatística	88
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
4. CONCLUSÃO	98
5. REFERENCIAS	98

Capítulo I
Fundamentação Teórica

1. INTRODUÇÃO GERAL

O melão (*Cucumis melo* L.) fruto de uma olerícola, é bastante apreciado e difundido em todo o mundo, destacando-se como uma das frutas mais consumidas. O Brasil é considerado o 11º produtor mundial de melão, com uma produção de 575 mil toneladas e ocupando o segundo lugar em volume de exportação de frutas frescas (IBGE, 2020). A região Nordeste é responsável por aproximadamente 95% da produção nacional de meloeiro (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI, 2019).

No Nordeste brasileiro se concentram as melhores condições climáticas para a cultura (GOMES et al, 2018). Os principais polos produtores estão localizados no Rio Grande do Norte (375.574 t) e Ceará (73.838 t), com ênfase para os municípios de Mossoró (RN) e Baraúna (RN), Icapuí (CE) e Quixeré (CE). Além destes, Bahia (65.675 t) e Pernambuco (43.649 t) são, respectivamente, terceiro e quarto maiores produtores nacionais de melão (IBGE, 2020).

A cadeia produtiva do meloeiro no semiárido brasileiro apresenta grande importância econômica, sustentável e social, pois o seu cultivo agrega um alto valor comercial tanto para o mercado interno quanto externo (NIKE; BORÉM, 2019). Como essa cultura apresenta alta adaptabilidade às condições semiáridas e requer menor quantidade de água para finalização do ciclo, viabiliza seu cultivo em diferentes épocas do ano. Além da relevância econômica, o manejo da cultura requer alta demanda de mão de obra, gerando de mais de 25 mil empregos de forma direta e indireta (BRASIL, 2019).

No entanto, o meloeiro apresenta alto grau de suscetibilidade à patógenos, principalmente em regiões com clima quente e úmido propícios para o desenvolvimento dos mesmos. As principais doenças que acometem essa cultura são oídio (*Sphaerotheca fuliginea*), míldio (*Pseudoperonospora cubensis*), podridão-de-*Mycosphaerella* (*Didymella bryoniae*), fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*) e viroses, que podem causar até 60% de redução na produtividade, quando não controlados. Atualmente, a principal forma de controle desses patógenos é o uso de agrotóxicos, embora a resistência varietal seja uma das formas mais eficazes e sustentáveis para o manejo adequado (GUERRA et al., 2018).

No contexto atual as doenças pós-colheita também vêm aumentando, o que é refletido em baixo rendimento e baixa qualidade dos frutos, sobretudo durante o seu transporte e exportação, dependendo dos métodos de embalagem e práticas pós-colheita (MANGOLIN et al., 2019). As infecções podem ocorrer durante todo o processo de colheita até o beneficiamento dos frutos. Os organismos envolvidos na podridão de frutos, como o *Fusarium* sp. normalmente se estabelecem no fruto ainda imaturo, permanecendo latente, até que as condições sejam favoráveis e ocorra a manifestação de sintomas, juntamente com o amadurecimento do fruto (KFOURY et al., 2016).

Visando reduzir os custos de produção com a utilização de fungicidas na cultura do meloeiro, tem-se buscado formas de manejo de doenças que envolvam mecanismos de natureza bioquímica, anatômica ou fisiológica. Alguns desses mecanismos envolvem a defesa bioquímica da planta, como a atuação dos estômatos como barreira à entrada de patógenos; a produção de compostos fenólicos atuantes na indução de resistência da planta. (BOLONHEZI, 2013), envolvendo a ativação de mecanismos de defesa latentes pré-

existentes em resposta ao tratamento de tecidos e órgãos das plantas com agentes bióticos ou abióticos (GUERRA et al., 2020).

A resistência das plantas pode se induzida através de elicitores, destacando-se produtos à base de Silício (Si) (BOLONHEZI, 2013), que induzem repostas de defesa na planta, como modificações celulares, fisiológicas e morfológicas. O Si apresenta efeito fungistático na inibição do desenvolvimento dos patógenos, atua na indução de reações bioquímicas de defesa como o acúmulo de lignina, compostos fenólicos, e proteínas relacionadas à divisão celular (SONG et al., 2021).

Dessa forma, a utilização de fontes de Si de tem se destacado na agricultura, pela capacidade de diminuir estresses bióticos e abióticos em plantas, agindo principalmente em função do acúmulo nas paredes celulares de raízes, caules e folhas (CHIKH-ROUHOU et al., 2021). Resultados recentes de pesquisa sugerem que em plantas de pepino (*Cucumis sativo*), o Si age no tecido hospedeiro afetando os sinais entre o hospedeiro e o patógeno, resultando em uma ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa da planta (GUERRA et al., 2020).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Determinar a influência de produtos à base de Silício sobre o desenvolvimento e fisiologia das plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), produção e qualidade pós-colheita de frutos bem como seu efeito sobre infecções causadas *Fusarium* sp.

2.2. Específicos

Determinar os efeitos da aplicação via foliar de produtos à base de silício em aspectos produtivos, fisiológicos e na qualidade pós-colheita de meloeiro amarelo.

Verificar o efeito de produtos à base de silício sobre *Fusarium* sp. *in vitro* e em mudas de meloeiro amarelo.

Determinar a eficiência de produtos à base de silício na qualidade pós-colheita e no controle de podridão causada por *Fusarium* sp. em frutos de meloeiro amarelo.

Avaliar a ação de produtos à base de silício na indução de resistência de plantas e frutos de meloeiro amarelo a *Fusarium* sp.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos Gerais da Cultura do Meloeiro

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma olerícola, que compõe a família das Cucurbitáceas pertencente ao gênero *Cucumis*. Apresenta como centro de origem a África tropical, sendo em seguida dispersa para diversas zonas de produção em todo o mundo, abrangendo desde os países Mediterrâneos, leste da Ásia e Américas. No Brasil, a cultura foi introduzida por imigrantes europeus, e seu plantio teve início em meados da década de 1960, no Rio Grande do Sul. Seu cultivo é concentrado principalmente nas regiões de clima quente, podendo se encontrar frutos de formas, cores e aromas diferentes (MALLEK-AYADI et al., 2018; BARROS et al., 2019).

É uma dicotiledônea com sistema radicular superficial, caule herbáceo, de crescimento rasteiro ou prostrado, seu comprimento pode chegar até três metros. As folhas são de tamanho variável, alternadas, simples e ásperas. As flores são amarelas, podendo ser flores imperfeitas e perfeitas ou hermafroditas em diferentes pontos da planta, os principais polinizadores são as abelhas. Seus frutos são de formato variável (redondo, oval ou alongado), com 20 a 25 cm de diâmetro, casca lisa, enrugada ou rendilhada, peso variando de um a quatro quilos em média de acordo com o tipo e a cultivar (COSTA et al., 2012).

Os principais tipos de melão produzidos comercialmente pertencem a dois grupos, *Cucumis melo* Var. *reticulatus* Naud., abrangendo o grupo de melões aromáticos e o grupo *C. melo* Var. *inodorus* Naud. Dentro destes grupos, se encontram os tipos mais cultivados mundialmente, sendo eles o Cantaloupe, Gália e Charentais (aromáticos) que possuem frutos de superfície rendilhada, verrugosa ou escamosa, polpa com aroma característico, podendo ser de coloração alaranjada, salmão ou verde (ALMEIDA, 2019). Os melões do tipo Amarelo, Pele-de-Sapo e Honeydew (inodoros) apresentam frutos de casca lisa ou levemente enrugada, coloração da casca amarela, branca ou verde-escura, a coloração da polpa pode variar entre branco e branco esverdeado, sem aroma e não climatérico (ARAGÃO, 2017).

É uma espécie muito exigente em termos de temperatura do ar e radiação solar, apresentando preferência por temperaturas mais elevadas variando entre 20°C e 35°C. Temperaturas acima 35°C pode comprometer o florescimento, frutificação, e visitação por agentes polinizadores (AMARO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2017). A luminosidade é um dos fatores mais importantes para a cultura, atuando diretamente nos processos fotossintéticos e na transpiração da planta (TAIZ; ZIEGER, 2017). Os solos para cultivo devem ser ricos em matéria orgânica, profundos, de textura média e o pH na faixa de 6,4 a 7,2. A colheita pode ser realizada com aproximadamente 65 dias, e seu potencial produtivo médio é de 30.7 t.ha⁻¹ (COSTA et al., 2012; IBGE, 2020).

Na atualidade, o cultivo de meloeiro se concentra principalmente em regiões semiáridas, que apresentam condições edafoclimáticas ideais o seu desenvolvimento. A alta radiação solar, temperaturas elevadas (acima de 30 °C) e baixa pluviosidade anual (700 a 800 mm), possibilitam em até três safras em diferentes épocas do ano, resultando em frutos de alta qualidade que são internacionalmente competitivos (SEBRAE, 2016). Na Região Nordeste a exploração de melão ocorre em diferentes sistemas de produção, com níveis variáveis de tecnologia, realizada principalmente por empresas de grande, médio e pequeno porte. As

cultivares de melão de maior expressão nacional são do tipo Pele de Sapo, Amarelo, Cantaloupe e Gália, com tendência crescente a exploração de híbridos pelo seu elevado potencial produtivos (CAVALCANTE NETO et al., 2020).

3.2. Importância econômica do meloeiro

O meloeiro é uma hortaliça cultivada em 101 países, e apresenta capacidade de adaptar-se em regiões quentes, com períodos secos mais acentuados. É uma fruta amplamente apreciada no mundo, destacando-se entre as 10 mais populares e consumidas devido ao seu sabor característico e propriedades nutricionais (CAO et al., 2019). A China (13.489.373 t) é o maior produtor dessa cultura, seguida pelo Irã (1.731.443 t) e Índia (1.231.000 t) (FAO, 2021). No Brasil a produção em 2020, foi de aproximadamente 613.933 toneladas, numa área colhida de 23.872 hectares e produtividade média de 25,76 t ha⁻¹ (IBGE, 2021).

Os frutos produzidos apresentam alta qualidade e maior teor de açúcares, devido às condições climáticas. Devido à preferência dos consumidores pelos melões do tipo Amarelo, essa variedade corresponde a mais de 70% da área plantada, e cerca de 60% da produção é destinada à exportação, principalmente para a Comunidade Européia e o Canadá (NUNES et al., 2011; SEBRAE, 2021). No Brasil, em 2019, o melão foi o segundo fruto mais exportado gerando uma receita de US\$ 72 milhões (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2020).

No cenário nacional a produção de meloeiro tem destaque, levando em consideração o volume, gerando nas últimas safras um total de US\$ 162,9 milhões, correspondendo a 21,7 % do total das exportações de frutas frescas. A região Nordeste é a principal produtora de melão colaborando com 594.577 toneladas, que corresponde mais de 95% da produção nacional. O estado do Rio Grande do Norte contribui com 61,23% (375.574 t) desse total, seguindo pelo Ceará 14,66% (73.838 t), Bahia 10% (65.675 t), Pernambuco 7,49% (43.649 t). Na Paraíba, a produção de melão é realizada por pequenos produtores, apresentando uma produção de 134 toneladas numa área colhida de 7 ha em 2020 (IBGE, 2022).

A expansão da cultura na região semiárida apresenta importância econômica, sustentável e social, que se deve ao desempenho de grandes empresas que dispõem de alta tecnologia, elevado investimento em insumos e a utilização de sementes melhoradas. Grande parte da sua produção é direcionada ao mercado externo que se torna cada vez mais exigente em relação a qualidade dos frutos. O sistema produtivo da cultura requer alta demanda de mão de obra, promovendo assim geração de aproximadamente 25 mil de empregos de forma direta e indireta (DALASTRA et al., 2016; NIKE; BORÉM, 2019).

O consumo dos frutos ocorre principalmente na forma *in natura* e sua polpa na forma de suco. As sementes também são utilizadas na alimentação, podendo ser ingeridas torradas, ou na forma de farinhas (SEBRAE, 2016). O fruto é composto por elementos minerais, rico em vitamina A e C, apresenta importante fonte de açúcar, fibras, cálcio, iodo, potássio e fitoquímicos (geralmente com propriedades preventivas e atributos anticancerígenos). Além disso, o fruto maduro apresenta propriedades medicinais calmante, refrescante, alcalinizante, mineralizante, oxidante, diurético e laxante. Podendo ser usado no processamento industrial de sucos, iogurtes e sorvetes (COSTA, 2017).

3.3. *Fusarium* sp. na cultura do meloeiro

A cultura do meloeiro é acometida por patógenos em todas as áreas de cultivo, principalmente os radiculares que representam um dos principais fatores limitantes à sua produção, pois interferem na absorção de água e nutrientes, contribuindo para o ataque de microorganismos oportunistas. Esses patógenos quando não controladas geram amplas perdas na produtividade, reduzem a qualidade dos frutos e inviabilizam seu cultivo (SALES JÚNIOR et al., 2015). As mais recorrentes são, o cancro das hastes (*Didymella bryoniae*), podridão-do-colo (*Macrophomina* sp.), murcha-de-Fusarium (*Fusarium* sp.) e podridões pós-colheita (*Fusarium* sp.) (MEDEIROS et al., 2015).

O gênero *Fusarium* spp. destaca-se como um dos mais importantes no mundo, compreendendo aproximadamente 300 espécies filogeneticamente distintas; 20 complexos de espécies e 9 linhagens monotípicas (O'DONNELL et al., 2015). Os fungos desse gênero pertencem ao filo Ascomycetes, ordem Hypocreales e família Hypocreaceae (LESLIE; SUMMERELL, 2006). Um fungo de importância econômica tanto na produção quanto nos processos pós-colheita do meloeiro, podendo causar sintomas em todas as fases de desenvolvimento da planta. É considerado um fungo quiescente, pois os frutos apresentam sintomas depois de colhidos, durante o armazenamento, limitando sua comercialização (MAHDIKHANI e DAVOODI, 2016).

Esse fungo é caracterizado pela presença de micélio branco-acinzentado, flocoso, variando de esparso a denso, com hifas septadas. Tanto os macroconídios como os microconídios são esporos assexuados formados pelo fungo. A forma sexual corresponde ao ascomiceto *Haematonectria haematococca*, que produz peritécios, e no seu interior são formados os ascos (BEDENDO, 2011). Essa espécie apresenta duas raças que foram classificadas em função do órgão da planta atacado. A raça 1 (FSC 1), fase teleomorfa *Nectria haematococca*, causa o apodrecimento de raiz, colo e frutos de cucurbitáceas; a raça 2 (FSC2) provoca apenas o apodrecimento do fruto. No entanto, as duas raças não são facilmente distinguidas morfológicamente (MEHL, EPSTEIN, 2007).

No Rio Grande do Norte, foi identificado em 1999 um tipo de podridão de frutos em meloeiro e desde então sua incidência tem aumentado gradualmente (TERAO et al., 2008). Marcadores moleculares identificaram o fitopatógeno associado à podridão do fruto do meloeiro como *Fusarium semitectum* Berk e Ravenel. Já em plantas o *Fusarium solani* (Mart.) tem sido relatado como responsável pela Murcha do meloeiro. Esse fungo quando associado a múltiplos patógenos habitantes do solo como *Macrophomina phaseolina*, *Monosporascus cannonballus*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* origina um complexo de doenças, provocando o colapso do meloeiro (SALES JÚNIOR et al., 2018). O *F. solani* é membro de um grupo evolutivo caracterizado como complexo de espécies (FSSC), um grupo monofilético que compreende muitas espécies patogênicas para plantas e animais, incluindo humanos (SANDOVAL-DENIS et al., 2019).

O complexo de espécies *F. solani* possui diversos hospedeiros, desenvolvem saprofitismo em resíduos de culturas e raízes, além disso, pode continuar viável no solo durante anos, resistindo a condições ambientais adversas. Isso ocorre devido à produção de

estruturas de resistência clamidósporos (NOGUEIRA et al., 2019). A sua disseminação pode ocorrer através de água contaminada, do vento, implementos agrícolas, sementes e mudas contaminadas e movimento do solo infestado. Esses fatores dificultam o controle desse microrganismo nas áreas de produção, tornando a rotação de culturas ineficientes (NIKE; BORÉM et al., 2019).

Os sintomas da fusariose se caracterizam pela necrose marrom-escura na base da rama, circundando colo, tornando-se mole e esponjoso. As folhas apresentam clorose e necrose, seguida de murcha, nanismo e o escurecimento vascular, refletindo em redução na produtividade e morte da planta (PEREIRA et al., 2012). Nas fases de pré e pós-emergência o fungo ataca as raízes, podendo causar tombamento. A alta umidade do ambiente e temperatura em torno de 20 a 28 °C facilitam a colonização do patógeno, possibilitando o desenvolvimento de uma massa branca sobre a área lesionada (ÍNDICE FUNGORUM, 2020; AGROFIT, 2015).

Nos frutos, os sintomas podem ocorrer em qualquer parte, mas normalmente incidem na área de abscisão do pedúnculo. Inicialmente, surge uma pequena lesão de aspecto encharcado, com a evolução dos sintomas a área lesionada apresenta leve depressão, seguida de um crescimento micelial esponjoso branco (DIAS; TERAPO, 2006). No interior dos frutos as lesões são de coloração marrom, podendo-se observar podridão esponjosa e seca circundada por um halo esbranquiçado (BRUTON; DUTHIE, 1996; LIMA et al., 2021). As podridões em frutos causam perdas variando de 15 a 35% durante as exportações brasileiras (OSTER et al., 2018).

3.4. Indução de resistência em plantas

Ao longo dos anos, a principal forma de controle de doenças é através do uso de defensivos agrícolas. Com isso, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas e aplicadas com o objetivo de reduzir danos causados por doenças em diversas culturas. Dentre elas a indução de resistência da planta através de elicitores bióticos e abióticos, considerada uma técnica ecologicamente compatível correta, e compatível com outras medidas de controle de patógenos (AGROFIT, 2020).

As plantas desenvolveram mecanismos capazes de atrasar o ataque de potenciais patógenos, sendo uma das principais formas de resistência de plantas. Esse mecanismo de defesa apresenta atividade contra um amplo espectro de patógenos causadores de doenças em plantas, e que pode ser aumentada pela exposição prévia a microrganismos benéficos, patógenos avirulentos e virulentos, bem como por compostos químicos indutores/elicitores de resistência específicos (LUYCKX et al., 2017; VERMA et al., 2021).

Na defesa induzida pelo estresse, ocorre a associação das vias complexas interconectadas de transdução de sinal nas quais os fitohormônios; dentre eles, ácido abscísico (ABA), etileno (ETH), ácido jasmônico (JA) e ácido salicílico (SA) exercem um papel importante na defesa da planta (HU et al., 2017; WU et al., 2017; ANWAR, et al., 2018). Devido as mudanças climáticas o estresse biótico pode aumentar e com isso os custos associados ao estresse podem ser potencialmente elevados e os seus efeitos terem um grande impacto na agricultura sustentável e nos sistemas ambientais (VERMA et al., 2020).

A resistência sistêmica adquirida (SAR) é uma forma distinta de resistência induzida, que se caracteriza por dispersar a resistência induzida localmente a doenças para todas as partes da planta (HALL; MORISON, 1906). A SAR é induzida em toda a planta após sinalização local através de um patógeno ou pela aplicação de compostos indutores/elicitores de resistência. Ambos induzem vias de transdução de sinal que se deslocam para tecidos mais distantes da planta (GUNTZER et al., 2012).

Um dos hormônios vegetais fundamentais na sinalização do SAR é o ácido salicílico (SA), responsável pela ativação de genes (proteínas) relacionados à patogênese (PR) (IPNI, 2015). A facilidade com que a SAR pode ser ativada pela aplicação de elicitores, torna esse tipo de manejo uma estratégia economicamente viável e atraente para o controle de doenças agrícolas dispensando a necessidade do uso de alterações genéticas irreversíveis ou a aplicação de produtos químicos ambientalmente problemáticos (VERMA et al., 2021).

Compostos à base de Si também apresentam capacidade de induzir resistência a doenças através de um conjunto de mecanismos diferentes, incluindo o reforço mecânico de estruturas defensivas da arquitetura vegetal, principalmente a parede celular, mas também a ativação de defesas bioquímicas aumentando a atividade de enzimas relacionadas à defesa nas folhas (COSKUN et al., 2019). É importante ressaltar que o efeito de proteção do Si contra estresse biótico, não apresenta efeitos negativos sobre o crescimento e a produtividade das culturas quando aplicado na dose indicada em função da cultura (REYNOLDS et al., 2009).

3.5. Uso de Silício no manejo de doenças

O silício (Si) é considerado o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, podendo ser encontrado na solução do solo, na forma de ácido monomérico ou monossilícico (H_4SiO_4), forma absorvível pelas plantas. Apesar de não ser caracterizado como nutriente essencial, por não ser necessário para a sobrevivência da maioria das plantas, o Si atenua os efeitos causados por estresses bióticos e abióticos, além de melhorar o desempenho produtivo das culturas e atuar no fortalecimento da parede celular de plantas (EPSTEIN 1994; LUYCKX et al., 2017).

Tem sido relatada significativa redução da intensidade de várias doenças de plantas economicamente importantes a partir do uso de Si, principalmente quando se refere a fungos em plantas (SONG et al., 2021). No entanto, a ação e função do Si no controle de doenças de plantas e em diversos patossistemas ainda não são totalmente compreendidas. A eficiência do Si na redução de doenças pode ser atribuída à formação de barreiras físicas, por deposição de Si e barreiras químicas relacionadas a enzimas de defesa da planta (CARRÉ-MISSIO et al., 2012; POLANCO et al., 2012; RESENDE et al., 2013).

A formação de barreira física consiste no acúmulo de Si nas plantas, principalmente na parede celular. O ácido monossilícico acumulado polimeriza em ácido polissilícico se transformando em sílica amorfa, que resulta em uma membrana espessada de Si-celulose (HAYASAKA et al., 2008). Através disso, uma camada dupla de Si cuticular protege e fortalece mecanicamente as plantas tornando-as mais imunes à penetração de fungos (MASSEY et al., 2007). O silício também pode formar nas paredes celulares epidérmicas, complexos com compostos orgânicos, aumentando sua resistência à degradação por enzimas (SONG et al., 2021).

Estudos realizados com mudas de videira (*Vitis vinifera*) pulverizadas com silicato de potássio (17 mmol L⁻¹ de Si) proporcionaram penetração significativamente reduzida de *Uncinulanecator*, devido à formação de camada de Si na cutícula foliar, sendo foi possível observar que houve maior intensidade da doença nas áreas foliares não tratadas (BOWEN et al., 1992). A polimerização do silicato de potássio na superfície foliar de pepino (*Cucumis sativus*), melão e abóbora (*Cucurbita* spp.) também foi observada por Menzies et al. (1992), que relataram que essa barreira física reduziu a penetração de *Sphaerotheca fuliginea*.

As respostas bioquímicas acionadas nas plantas são moduladas através da ação do Si, que controlam a expressão de genes de defesa, aumentando a produção de compostos fenólicos, fitoalexinas e lignina, a atividade de enzimas relacionadas à defesa, assim como o aumento da expressão de genes de resistência a pragas e doenças (LIANG et al., 2005; LIMA et al., 2010). As principais enzimas associadas à defesa induzidas pelo Si são, quitinase (CHT), peroxidases (PODs), polifenoloxidasas (PPOs), β-1,3-glucanase, fenilalanina amônia-liase (PAL), superóxido dismutase (SOD), ascorbato peroxidase (APX), glutatona redutase (GR), catalase (CAT), lipoxigenase e glucanase (LIANG et al., 2015; GULZAR et al., 2021).

O uso de Si tem a capacidade de aumentar a atividade das enzimas POD e CHT, que atuam no estresse biótico e da POD que fortifica a parede celular, nos estágios finais da biossíntese da lignina e na reticulação das proteínas da parede celular (XIU et al., 2021). Diante do exposto, o silício pode fornecer alternativas ecológicas e para diferentes fertilizantes sintéticos sem poluição ambiental, devido a sua capacidade de nutrir e mitigar condições de estresse da planta (VERMA et al. 2020; FREW et al., 2018).

Pesquisas demonstram que o Si é fundamental na realização das funções fisiológicas de frutíferas, uma vez que, pode promover maior teor de clorofila nas folhas melhorando a fotossíntese, inibe a evaporação da umidade nas folhas e frutos. Também, promove o crescimento e desenvolvimento das raízes, regula a absorção de nutrientes, previne a ocorrência de rachaduras, desfolha precoce e outras doenças fisiológicas. A utilização do Si aprimora a qualidade dos frutos, tornando-os mais firmes, com maior vida útil, otimizando o armazenamento e o transporte (DEHGHANIPOODEH et al., 2018; PATIL et al., 2017).

4. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. J. C. C. **Manejo da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) na Empresa Inajá Agrícola**. 2019. 43 f. (Bacharelado em Agronomia) – Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2019.

AMARO, H. T.; H. T. R.; SOUZA, D. A. M. S.; SOUZA, C. L. V.; RODRIGUES, B. R. A.; OLIVEIRA, A. M.; VELOSO, C. S. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de melão. **Semina**. 35, n. 3, p. 1119-1130. 2014.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI FRUTICULTURA. 2019. KIST, B. B. Santa Cruz do Sul: **Editora Gazeta Santa Cruz**, 2019, 96 p.

ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2020. **Anuário Hortifruti Brasil 2020**. <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2019-2020-retrospectiva-2019-perspectivas-2020-dos-hf-s.aspx>. [Accessed 12 July 2020].

ANWAR A, LIU Y, DONG R, BAI L, YU X, LI Y. O mecanismo fisiológico e molecular do brassinosteroid em resposta ao estresse: uma revisão. **Biology Resilience**. n. 51. P. 46-58. 2018.

BARROS, V. S.; SANTOS, T. L.; SILVA, E.O.; SOUSA, J. A.; FIGUEIREDO, M. C. B. Agronomic and environmental performance of melon produced in the Brazilian semiarid region. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 877-888, 2019.

BOWEN, P.; MENZIES, J.; EHRET, D. Sprays de silício solúvel inibem o desenvolvimento de oídio em folhas de uva. **Jornal da Sociedade Americana de Ciências Hortícolas**, 117:906-912. 1992.

BRUTON, B. D.; DUTHIE, J.A. (1996) Fusarium rot. In: Zitter, T.A., Hopkins, CAI K, GAO D, LUO S, ZENG R, YANG J & ZHUB X. Mecanismos fisiológicos e citológicos da resistência induzida pelo silício em arroz contra a brusone. **Physiologia Plantarum**, 134:324-333. 2008.

CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M. Z. de; MEDEIROS, J. F. de; NETO, F. B.; JÚNIOR, A. P. B. Produção e qualidade de melão amarelo influenciado por coberturas do solo e lâminas de irrigação no período chuvoso. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 58–63, 2007.

CAO, P., LI, C., XIANG, W., WANG, X. E ZHAO, J. Primeiro relato do complexo de espécies *Fusarium incarnatum-equiseti* causando podridão de frutos em melão (*Cucumis melo*) na China. **Doença de planta**. 103, 1768. 2019.

CARRE-MISSIO, V.; RODRIGUES, F. A.; SCHURT, D. A.; MOREIRA, W. R.; REZENDE, D. C.; KORNDORFER, G. H.; ZAMBOLIM L. Proteção local, não sistêmica, do

silicato de potássio reduz os sintomas da ferrugem do cafeeiro. **Tropical Plant Pathology**, 37: 275-280. 2012.

CAVALCANTE NETO, J. G.; FERREIRA, K. T. C.; ARAGÃO, F.A.S.; ANTÔNIO, R.P.; NUNES, G.H.S. Potential of parent sandy brids experimental of the yellow melon. **Ciência Rural**, v. 50, n. 2, p. 1-9, 2020.

CHIKH-ROUHO, H.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, M. L.; GONZÁLEZ, V.; STA-BABA, R.; GARCÉS-CLAVER, A. *Cucumis melo* L. Germoplasma na Tunísia: Fontes inexploradas de resistência à murcha de *Fusarium*. **Horticultura**. 7(8): 208. 2021.

COSKUN, D.; DESHMUKH, R. SONAH, H.; MENZIES, J. G.; REYNOLDS, O.; MA, J. F.; KRONZUCKER, H. J.; BELANGER, R. R. As controvérsias do papel do silício na biologia vegetal. **Novo Fitopatologia**. 221:67–85. 2019.

COSTA, N.D. (Ed.) Coleção Plantar: Melão. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2017. 191p.

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M.; KLOSOWSKI, E. S.; HACHMANN, T. L. **Produção e qualidade de três tipos de melão, variando o número de frutos por planta 1**. Revista Ceres, v. 63, n. 4, p. 523–531, 2016.

DEHGHANIPOODEH, S.; GHOBADI, C.; BANINASAB, B.; GHEYSARI, M.; SHIRANIBIDABADI, S. Efeito do Silício no Crescimento e Desenvolvimento de Morango sob Condições de Déficit Hídrico. **Revista de Plantas Hortícolas**, v. 4, ed. 6. 2018.

DIAS, R. C. S., TERAQ, D. (2006) **Doenças das cucurbitáceas**. In: Oliveira, S.M.A., TERAQ, D., DANTAS, S.A.F. TAVARES, S.C.C.H. (Eds.), Patologiapós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília, Brazil: Embrapa Informação Tecnológica, pp. 595–627.

DIXON, R. A.; SUMNER, L. W. 2003. Legume natural products: understanding and manipulating complex pathways for human and animal health. **Plant Physiology** 131, 878–885.

EPSTEIN E. A anomalia do silício na biologia vegetal. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1994. 91:11-7.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAOSTAT Statistics Division. Melon's production. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 10 dez. 2021.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAOSTAT - 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acessado em: 25 dez. 2020.

FAWE, A., ABOU-ZAID, M., MENZIES, J. G., AND BÉLANGER, R. R. Silicon mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. **Phytopathology** 88, 396–401. 2001.

FIGUEIREDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. (Ed.). **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 302 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>. Acesso em: 13 ago, 2020.

FREW, A.; WESTON, L. A.; REYNOLDS, O. L.; GURR, G. M. **O papel do silício na biologia vegetal: uma mudança de paradigma na abordagem de pesquisa**. *Ana Bot.* 121:1265-73. 2018.

GOMES, F. A. L.; ARAÚJO, R. H. C. R.; NÓBREGA, J. S.; FÁTIMA, R. T.; SILVA, M. S.; SANTOS, A. S. Oliveira, CJA (2018). Aplicação de silício para aliviar a salinidade da água de irrigação no cultivo de melão. **Journal of Experimental Agriculture International**, 25 (6), 1-9.

GULZAR, N.; ALI, S.; SHAH, M. A.; KAMILI, A. N. A suplementação de silício melhora a resistência à requeima em *Lycopersiconesculentum* Mill. modulando a expressão de genes relacionados à defesa e enzimas antioxidantes. **Biotecnologia**. 11:232. 2021.

GUNTZER, F.; KELLER, C.; MEUNIER, J. D. Benefícios do silício vegetal para as culturas: uma revisão. **Desenvolvimento Agronomia Sustentável**. 2012. 32: 201–13.

HALL, A. D.; MORISON, C. G. T. Sobre a função da sílica na nutrição de cereais. Parte I. **Proc Royal Soc London B**. 1906. 77: 455–77.

HAYASAKA, T.; FUJII, H.; ISHIGURO, K. O papel do silício na prevenção da penetração apressorial pelo fungo brusone do arroz. **Fitopatologia**. 98: 1038–44. 2008.

HU, S.; WANG, C.; SANCHEZ, D. L.; LIPKA, A. E.; LIU, P.; YIN, Y.; BLANCO, M.; LÜBBERSTEDT, T. Giberelinas promovem ação de brassinosteróides e ambos aumentam a heterose para altura de planta em milho (*Zea mays* L.). **Front Plant Science**. 8:1039. 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/br>. Acesso em: 02 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. Disponível em: www.sidra.ibge.br. Acessado em 20 de fevereiro de 2022.

INDEX FUNGORUM. (2020) The Royal BotanicGardens Kew. Availableat: <http://www.indexfungorum.org> [Accessedo 02 fev2022] .

IPNI. Silício. Nutri-factos, 2015. [http://www.ipni.net/publication/nutrifacts-na.nsf/0/A7B4AB4D35C153BF85257ECE006E0E34/\\$FILE/NutriFacts-NA_14.pdf](http://www.ipni.net/publication/nutrifacts-na.nsf/0/A7B4AB4D35C153BF85257ECE006E0E34/$FILE/NutriFacts-NA_14.pdf) . Acesso em 05 de janeiro de 2022.

JONES, J. D.; DANGL, J. L. O sistema imunológico da planta. *Natureza* 444, 323-329 (2006).

KFOURY, M.; SAHRAOUI, A.; BOURDON, N.; LARUELLE, F.; FONTAINE, J.; AUEZOVA, L.; GREIGE-GERGES, H.; FOURMENTIN, S. Solubility, photostability and antifungal activity of phenylpropanoids encapsulated in cyclodextrins. **Food Chemistry**, v. 196, n. 1, p. 518- 525, 2016.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. (2006) *The Fusarium Laboratory Manual*. Ames, USA BlackwellPublishing.

LIANG, X.; WANG, H.; HU, Y.; MAO, L.; SUN, L.; DONG, T.; NAN, W.; BI, Y. O silício não atenua a morte celular em células BY-2 de tabaco cultivadas submetidas à salinidade sem emissão de etileno. **Plant Cellula Rep.** n. 34, p. 331–343. 2015.

LIANG, Y.; SUN, W.; ZHU, Y. G.; CHRISTIE, P. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. **Environmental pollution, Amsterdã**, v. 147, n. 2, p. 422-428, 2005.

LIMA, E. M. C.; FARIA, L. A.; SIQUEIRA, W. C.; REZENDE, F. C.; GOMES, L. A. A.; CUSTÓDIO, T. N. Crescimento e produção de melão cultivado em ambiente protegido e irrigado por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 449-457, 2010.

LIMA, E. N.; OSTER, A. H.; BORDALLO, P. N.; ARAÚJO, A. A.; SILVA, D. E.; LIMA, C. S. Uma nova linhagem do complexo de espécies *Fusarium incarnatum-equiseti* é um dos agentes causais da podridão de *Fusarium* em frutos de melão no nordeste do Brasil. **Plant Pathology**, v. 70, n. 1, 133-143. 2021.

LUYCKX, M., HAUSMAN, J.-F., LUTTS, S. & GUERRIERO, G. Silício e plantas: conhecimento atual e perspectivas tecnológicas. Frente. **Planta Science**, v. 8, p. 411. 2017.

MAHDIKHANI, M.; DAVOODI A. Evaluation of biocontrol potential of rhizosphere antagonist bacteria strain *son Fusarium wilt* and plant growth in muskmelon plants. **American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 10, p. 15–24. 2016.

MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU, N. Chemical composition and bio Soil-Plex® Active compounds of *Cucumis melo* L. seeds: Potential source for new trends of plant oils. **Process Safety and Environment Protection**, United Kingdom, v. 113, n. 1, p. 68–77, 2018.

MANGOLIN, G. S.; KONDA, E. T.; BAPTISTA, R. Z.; NASCIMENTO, R. S.; TERÃO, D. Tratamento hidrotérmico no controle de podridão penduncular em mamão papaya Hydrothermal treatment in the control of papaya penduncular rot. **Brazilian Journal Environ. Res.** v. 2, n. 5, p. 1615-1623, 2019.

MASSEY, F. P.; ENNOS, A. R.; HARTLEY, S. E. Gramíneas e a hipótese de disponibilidade de recursos: a importância das defesas à base de sílica. **Jornal Ecology**. n. 95, p. 414-24. 2007.

MAUCH-MANI, B.; BACCELLI, I.; LUNA, E.; FLORS, V. Defesa priming: uma parte adaptativa da resistência induzida. **Annual Review of Plant Physiology**. n. 68, p. 485-512. 2017.

MEDEIROS, A.C.; MELO, D.R.M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NUNES, G. H. S.; COSTA, J. M. Métodos de inoculação de *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina* em meloeiro (*Cucumis melo*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.41, n.4, p.281-286, 2015.

MEHL, H. L.; EPSTEIN, L. Identification of *Fusarium solani* f. sp. cucurbitacearum 1 and race 2 with PCR and production of disease-free pump kin seeds. **Plant Disease**, v. 91, p. 1288-1292, 2007.

NICK, C.; BOREM, A. **Melão do plantio a colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2019. 246p.

NOGUEIRA, G. A.; SILVA, S. G. A.; LINHARES, C. M. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NUNES, G. H. S. Métodos de inoculação de *Fusarium solani* e *Sclerotium rolfsii* em meloeiro. **Summa Phytopathologica**, v.45, n.1, p.59-63, 2019.

NUNES, G. H. S.; COSTA FILHO, J. H.; SILVA, D. J. H.; CARNEIRO, P. C. S.; DANTAS, M. S. M. Divergência genética entre linhagens de melão pele de Sapo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 765-773, 2011.

O'DONNELL, K.; WARD, T. J.; ROBERT, V. A. R. G.; CROUS, P. W.; GEISER, DM; KANG, S. DNA Sequence-Based Identification of *Fusarium*: Current Status and Future Directions. **Phytoparasitica**, 43, 583–595. 2017.

OLIVEIRA, F. I. C.; NUNES, A. C.; SILVA, F. D.; SILVA, G. T. M. A.; ARAGÃO, F. A. S. **A cultura do melão**. In: FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. (Org.). Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília: Embrapa, 2017. 302 p.

OSTER A. H.; SILVA, E. O.; BORBALLO, P. N., ZOCOLO, G. H., SILVEIRA, M. R. S.; OIRAM FILHO, F.; ARAÚJO, A.A.C. 2018. **Luz ultravioleta pulsada no controle de podridão pós-colheita e na qualidade de melão para exportação**. Embrapa Agroindústria Tropical – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E). (Boletim de pesquisa, 173).

PATIL, H.; TANK, R. V.; PATEL, M. Importância do silício na fruticultura - uma revisão. **Plant Arch**, ed. 17, p. 769-774. 2017.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; CARVALHO, A. D. F. **Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro**. Brasília. Embrapa Hortaliças, 2020, 8p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 112).

PINTO, M. M. F.; GONÇALVES, J. S.; SOUZA, I. T. N.; BATISTA, N. V.; MELO, V.L.L.; FIRMINO, S. S.; PINEDO, L. A.; LIMA, P. O. Utilização do melão (*Cucumis melo* L.) na alimentação de ruminantes: Uma revisão. **Brazilian Journal**, v. 5, n. 12, p. 31466-31481, 2019.

POLANCO, L. R.; RODRIGUES, F. A.; NASCIMENTO, K. J. T.; SHULMAN, P.; SILVA, L. C.; NEVES, F. W.; VALE, F. X. R. Aspectos bioquímicos da resistência do feijão à antracnose mediada por silício. **Annals of Applied Biology**, 161:140-150. 2012.

RESENDE, R. S., RODRIGUES, F. A., GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Aspectos microscópicos e bioquímicos da resistência do sorgo à antracnose mediada pelo silício. **Annals of Applied Biology**, n. 163, p.114-123. 2013.

REYNOLDS, O. L.; MANTENDO, M. G.; MEYER, J. H. Resistência aumentada de silício de plantas a insetos herbívoros: uma revisão. **Ann Appl Biol**. 155:171–86. 2009.

SALES JÚNIOR, R.; NUNES, G.H.S.; SILVA, K. J. P.; COSTA, G. G.; GUIMARÃES I. M.; MICHEREFF, S. J. Caracterização morfológica de fontes de resistência de meloeiro a *Rhizoctoniasolani*. **Horticultura Brasileira** 33: 196-202. 2015.

SCHRAMA, M.; HAAN, J. J.; KRRONEN, M.; VERSTEGEN, H.; VAN DER PUTTEN, W. H. Diferença de produtividade e estabilidade da safra em sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Agriculture, Ecosystems & Environmen**. n. 256, p. 123-130. 2018.

SEBRAE. **O cultivo e o mercado de melão**. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-melao,5a8837b644134410VgnVCM2000003c74010aRCRD>. Acesso em: 10 jan 2022.

SEBRAE. **O cultivo e o Mercado do melão**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-melao,5a8837b644134410VgnVCM2000003c74010aRCRD>>. Acesso em: 4 jan. 2022.

SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. Comparando os rendimentos da agricultura orgânica e convencional. **Nature**. n. 485, p. 229–232. 2012.

SONG, X. P.; VERMA, K. K.; TIAN, D. D.; ZHANG, X. Q.; LIANG, Y. J.; HUANG, X.; LI, Y. R. Exploração das funções do silício para integração com tolerância ao estresse biótico e melhoramento de culturas. **Biol Res** 54, 19. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. MOLLER, I. M. MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. artmed, 2017.

TERAO, D., VIANA, F.M.P., GUIMARÃES, S.J.A., AZEVEDO, F.R. AND AMORIM, S.G. **Manejo integrado de doenças do meloeiro.** In: Braga Sobrinho, R., Guimarães, J.A., Freitas, J.A.D. and Terao, D. (Eds.) Produção integrada de melão. Fortaleza, Brazil Embrapa Agroindústria Tropical, p. 207–225. 2008.

VERMA K. K.; SONG, X.P.; LIN, B.; GUO, D. J.; SINGH, M.; RAJPUT, V. D.; SINGH, R.; SINGH, P.; SHARMA, A.; MALVIYA, M. K.; CHEN, G. L.; LI, Y. R. Tolerância à seca induzida por silício em plantas cultivadas: estratégias de adaptação fisiológica. **Silício.** 2021.

VERMA, K. K.; SINGH, P.; SONG, X. P.; MALVIYA, M. K.; SINGH, R. K.; CHEN, G. L.; SOLOMON, S.; LI, Y. R. Mitigação das mudanças climáticas para melhoramento da cana-de-açúcar: papel do silício no alívio de estresses abióticos. **Tecnologia de Açúcar.** n. 22, p. 741–9. 2020.

WU, W.; ZHANG, Q.; ERVIN, E. H.; YANG, Z.; ZHANG, X. Mecanismo fisiológico de aumentar a tolerância ao estresse salino de azevém perene por 24-epibrassinolide. **Front Plant Scienc.** 8: 1017. 2017.

Capítulo II

**Aspectos de produção, fisiologia e bioquímica do meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.)
tratados com fontes de Silício**

ASPECTOS DE PRODUÇÃO, FISIOLOGIA E BIOQUÍMICA DO MELOEIRO AMARELO (*Cucumis melo* L.) TRATADOS COM FONTES DE SILÍCIO

RESUMO

A região Nordeste, é responsável pela grande produção melão que é exportado no Brasil, a qualidade desses frutos, ainda compromete a exportação. O ataque de pragas, doenças e a falta de condições ideais de cultivo, são alguns dos fatores que contribuem para isso. O uso de fontes de Si na agricultura auxilia na defesa contra a ação de agentes bióticos e abióticos que afetam a qualidade de frutos. Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar os efeitos da aplicação foliar de fontes de Si silício em aspectos produtivos, fisiológicos e na qualidade pós-colheita de meloeiro amarelo. Os experimentos foram conduzidos em dois ciclos do meloeiro (2019/2020), no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPB. Os tratamentos aplicados nas plantas foram fontes de silício (Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L)), o fungicida Tiabendazol[®] (400 mL/100L) e a testemunha (sem controle). Foram analisados: trocas gasosas (Taxa de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência no uso da água. Análise pós-colheita (peso de frutos, espessura de casca e polpa, firmeza da polpa, acidez total titulável, potencial hidrogeniônico, teor de sólidos solúveis, SS/AT e vitamina C) e atividade das enzimas peroxidases (PODs), polifenoloxidasas (PPOs), fenilalanina amônia-liase (PAL). Observou-se que os tratamentos Chelal[®] Si, Rocksil[®] e o Tiabendazol[®], aumentaram a taxa de fotossíntese e transpiração de plantas de meloeiro. Fontes de Si aplicados via foliar, não influenciaram nas características físicas e químicas e na atividade enzimática dos frutos. Não houve alteração nas características biométricas, produtividade e qualidade química de frutos. As fontes de Si aplicados via foliar, promoveram o aumento da taxa fotossintética e transpiração das plantas, contudo, não alterou a atividade das enzimas PODs, PPOs e FAL.

Palavras-chave: enzimas; indução de resistência; pós-colheita; trocas gasosas.

**PRODUCTION, PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY ASPECTS OF YELLOW
MELON (*Cucumis melo* L.) TREATED WITH SILICON SOURCES**

ABSTRACT

The Northeast region is responsible of the melon produced and exported in Brazil, the quality of these fruits still compromises exports. The attack of pests, diseases and the lack of ideal conditions for cultivation are some of the factors that contribute to this. Resistance elicitors or inducers are compounds that can help the plant to defend against the action of biotic and abiotic agents that affect the quality of these fruits. In view of the above, the objective of this work was to determine and physiological aspects and on the post-harvest quality of yellow melon. The experiments were conducted in two melon cycles (2019/2020), at the Center for Agricultural Sciences (CCA) of the Federal University of Paraíba (UFPB). The treatments applied to the plants were sources of silicon (Agrosilício® (3g/L), Rocksil® (3g/L), Salicylic Acid (2 mmol), Chelal® Si (2L/100L)), the fungicide Thiabendazole® (400 mL /100L) and the control (no control). Analyzes were performed (CO₂ assimilation rate, transpiration, stomatal conductance, internal CO₂ concentration, water use efficiency. Post-harvest analysis (fruit weight, skin and pulp thickness), pulp firmness, total titratable acidity, hydrogenic potential, soluble solids content, SS/AT and vitamin C) and activity of enzymes peroxidases (PODs), polyphenoloxidases (PPOs), phenylalanine ammonia-lyase (FAL). The treatments Chelal® Si, Rocksil® and Thiabendazole®, increased the rate of photosynthesis and transpiration of melon plants. Si sources applied via foliar, did not influence the physical and chemical characteristics and enzymatic activity of the fruits. Si sources applied via foliar, promoted an increase in the photosynthetic rate and transpiration of the plants, c however, it did not change the activity of PODs, PPOs and FAL enzymes.

Keywords: enzymes; resistance induction; post-harvest; gas exchange.

1. INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro apresenta uma boa aptidão para o cultivo do meloeiro (*Cucumis melo* L.), pois engloba fatores favoráveis para a produção da cultura, tais como temperatura variando de 20 a 35 °C, fotoperíodo caracterizado por dias longos, boa luminosidade, e índice pluviométrico de 300 a 550 mm. O maior polo produtivo da região é composto por Mossoró/Açu-RN e Baixo Jaguaribe-CE, tendo o meloeiro como principal exploração agrícola, correspondendo a mais de 80% de todas as atividades produtivas. Essa elevada produção é responsável pelo desenvolvimento sócio-econômico da região, gerando aproximadamente 25 mil empregos diretos e indiretos (Nike e Borem, 2019).

No cenário nacional, as cultivares de melão de maior expressão são do tipo Pele de Sapo, Amarelo, Cantaloupe e Gália, devido ao seu excelente potencial produtivo. O melão do tipo amarelo se destaca entre os demais, por ser o mais produzido e exportado no Brasil, com uma taxa de exportação superior a 60%. Os frutos apresentam peso que varia de 0,7 a 2,5 kg, são doces ($^{\circ}\text{Brix} > 10$), ovais ou esféricos, com casca lisa ou enrugada, sua polpa é succulenta, de coloração branca-esverdeada, sem aroma e não climatéricos (Nike e Borem, 2019; Cavalcante Neto et al., 2020).

O melão amarelo tem alcançado cada vez mais espaço no cultivo de olerícolas, devido suas boas características nutricionais e principalmente pelo considerável e satisfatório tempo de prateleira. No entanto, ainda existem algumas limitações na produção e comercialização desses frutos, como a baixa qualidade em decorrência do ataque de patógenos, que causam danos econômicos a cultura, bem como a falta de utilização de tecnologias, adaptadas aos sistemas de produção e às condições econômicas e ambientais da região (Soares, 2020).

A utilização de alternativas, que atuem na melhoria produtiva da cultura torna-se um fator indispensável para garantir que o ciclo de desenvolvimento e produção não seja interferido. Nesse contexto, o silício (Si) pode ser considerado como uma dessas alternativas, pois é um elemento considerado indutor de resistência a pragas (Etesami e Jeong, 2018), atuando na formação de barreiras silicatadas na planta e nos frutos, podendo dificultar o ataque de patógenos e até mesmo de insetos sugadores, que também podem contribuir como vetores de doenças importantes na cultura (Silva e Dias, 2020). Além disso, o silício pode aumentar a eficiência do uso da água, reduzindo a sua taxa transpiratória, aumentando a absorção e o metabolismo de nutrientes, possibilitando a manutenção da qualidade dos frutos em condições mais desfavoráveis (Medeiros et al., 2020).

Estudos demonstram que a aplicação de Si durante o desenvolvimento da planta atenua estresses de ordem biótica e abiótica, favorece a produção possibilitando maior absorção de nutrientes e melhoria na qualidade pós-colheita dos frutos. Além disso, altera o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável, favorecendo maior qualidade comercial do fruto (Lozano et al., 2018; Soares, 2020; Würz et al., 2020). Diante disto, o presente trabalho teve como objetivo determinar os efeitos da aplicação foliar de produtos a base de Si silício em aspectos produtivos, fisiológicos e na qualidade pós-colheita de meloeiro amarelo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e Condução do Experimento

Os experimentos foram conduzidos em dois ciclos produtivos: o primeiro no período compreendido entre 12 de setembro a 29 de novembro de 2019, e o segundo entre 19 de fevereiro a 14 de maio de 2020. A área experimental utilizada foi do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia, PB (6°58'1.74"S e 35°42'48.69"O). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As (clima quente e úmido), com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1500 mm, a temperatura média oscilando entre 22 a 26 °C, e umidade relativa do ar elevada (75 a 87 %) (Brasil, 1972).

O preparo da área foi de forma convencional, com uma aração seguida de gradagem profunda e a adubação foi realizada conforme recomendação de Cavalcanti et al., (2008). O solo da área experimental apresenta classe textural franco Arenosa, com características químicas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental em dois ciclos de cultivo, Areia – PB, 2019/2020.

Análise 1º Ciclo												
pH	P	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M. O.	
H ₂ O(1:2,5)	-----mg/dm ³ -----			-----cmolc/dm ³ -----								g/kg
6,3	2,72	-	92,29	0,20	2,61	0,0	3,25	1,13	4,63	7,24	25,34	
Análise 2º Ciclo												
pH	P	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M. O.	
H ₂ O(1:2,5)	-----mg/dm ³ -----			-----cmolc/dm ³ -----								g/kg
5,6	1,48	-	109,73	0,04	4,46	0,15	3,11	1,31	4,75	9,20	22,14	

Fonte: PORCINO, M.M. (2022)

O meloeiro utilizado nos experimentos foi o amarelo cv. 'Goldex'. As mudas foram produzidas em casa de vegetação (Laboratório de Fitopatologia-LAFIT do CCA/UFPB, Campus II, Areia), a partir de sementes orgânicas advindas da empresa Agrícola Famosa-RN, semeadas em bandejas de plietileno contendo substrato comercial MecPlant[®] esterilizado (uma semente por célula). As mudas foram regadas uma vez ao dia até o transplântio, que ocorreu aos 14 dias após a semeadura.

O delineamento experimental utilizado em campo foi blocos casualizados com esquema fatorial 6 x 2 (seis tratamentos e dois anos de cultivos) e quatro blocos. A parcela experimental foi composta por quatro linhas de 5 m, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas, sendo uma planta por cova (20-30 cm de profundidade), com densidade de 5 plantas m⁻¹. As linhas centrais foram consideradas como área útil para coleta dos dados, descartando-se as bordaduras. A adubação foi realizada por cova, incorporada no momento do transplântio.

Os tratamentos foram constituídos por quatro diferentes fontes de silício, sendo eles o Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol) e o Chelal[®] Si (2L/100L

de H₂O), o fungicida Tiabendazol (400 mL/100L), todos diluídos em água destilada esterilizada (ADE), mais testemunha composta apenas por ADE. Os tratamentos foram aplicados sobre as plantas, aos 23 e 46 dias após a emergência (DAE), com o auxílio de um pulverizador costal modelo TM20C, bico tipo leque, até o ponto de escorrimento nas folhas.

O cultivo foi realizado em sistema de sequeiro, com regas diárias de forma manual, nos primeiros 10 dias após o transplante (período de crescimento vegetativo). Foi realizado o raleio deixando dois a três frutos por planta aos 40 dias após o transplante. A colheita foi realizada no período da manhã, aos 78 dias após a semeadura, de acordo com as características que indicam o ponto de maturação dos frutos (Nick e Borem, 2019). Os frutos foram removidos da planta mãe, com o auxílio de tesouras de poda, em seguida foram acondicionados em caixas plásticas e encaminhados ao LAFIT/CCA/UFPB.

Foram registrados dados meteorológicos durante a condução da pesquisa. Os dados de precipitação foram disponibilizados pela estação meteorológica do CCA, UFPB, durante os meses de setembro de 2019 e Abril de 2020 (Figura 1).

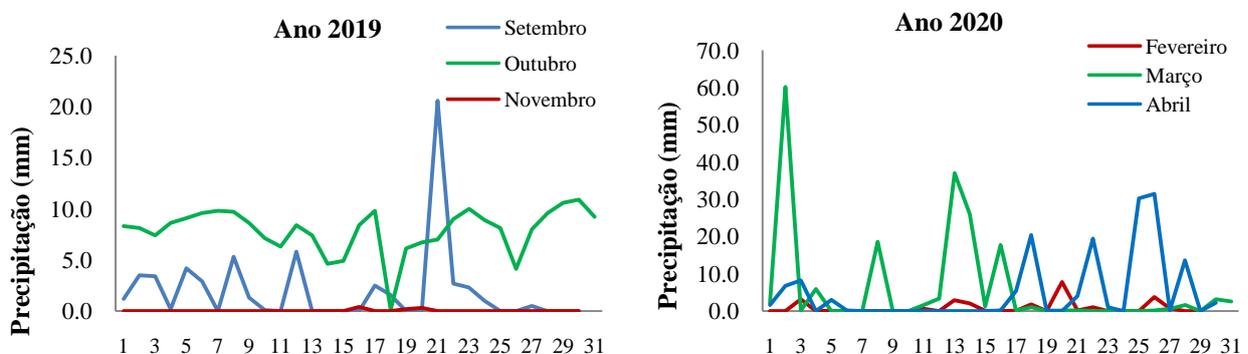


Figura 1. Precipitação diária registrada durante o período experimental 1º ciclo (setembro a novembro de 2019) e 2º ciclo (fevereiro a abril de 2020) no município de Areia, PB, 2022. Fonte: PORCINO, M.M. (2022).

2.2. Trocas gasosas em meloeiro

As análises das trocas gasosas foram realizadas em duas folhas do terço médio da planta, sendo duas plantas por cada tratamento. As leituras foram realizadas das 9:00 às 11:00 horas, aos 30 dias após do transplante com Analisador de Gases Infravermelho (IRGA) modelo “LCPro+” da ADC BioScientificLtda, com feixe de fótons em 1200. Foi determinada a Taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação Φ_c (A/C_i) (Brito et al., 2012).

2.3. Análises pós-colheita

Os frutos foram sanitizados com água corrente e sabão neutro e imersos em solução de NaClO à 1% por 3 minutos, seguidos de enxague em ADE.

Os fatores físicos avaliados foram Peso de frutos (PF) com auxílio de balança digital semi-analítica e os resultados expressos em porcentagem; Espessura da Polpa (EP) onde os frutos foram cortados longitudinalmente ao meio e a medição foi realizada com paquímetro digital, com valores expressos em milímetros (mm); Firmeza da Polpa (FP) medida em locais opostos na região equatorial de ambos os lados dos frutos, com penetrômetro digital (Soil control[®]) (ponteira de 8 mm de diâmetro) e os resultados foram expressos em Newton (N).

As variáveis químicas foram Acidez Total titulável (ATT), determinada titulando-se uma alíquota de aproximadamente 10 ml de suco com hidróxido de sódio NaOH (0,1N), sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico; Potencial Hidrogeniônico (pH) obtido por meio do pHmetro (Quimis[®]) (AOAC, 1992); Teor de Sólidos Solúveis (SS) realizada por meio do refratômetro digital (Schmidt Haensch[®], modelo DHR-60) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985); A vitamina C foi determinada por titulometria de neutralização com solução de Tillman (2,6 diclorofenolindofenol - DFI), conforme metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967).

2.4. Análises enzimáticas

Para a determinação das enzimas peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (FAL) foram coletadas amostras compostas por quatro folíolos das plantas de meloeiro, retiradas do terço médio da planta, aos 46 dias após a emergência. As coletas foram realizadas nas primeiras horas da manhã (7 horas), os folíolos foram embalados em sacos de polietileno de baixa densidade, identificados e acondicionados em caixa de térmica de isopor.

Na extração enzimática foi utilizado 1,0 g de folhas homogeneizadas em cadinho de porcelana, acrescido de 10 mL de tampão de extração fosfato 0,1M, pH 6,0. A suspensão foi centrifugada por 15 minutos a 12000 g coletando-se o sobrenadante.

As reações para determinação da atividade enzimática da POX foram preparadas com a adição de 0,25 mL do sobrenadante ao meio de reação contendo 0,25 mL de guaiacol a 1,7%, 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M, pH 6,0 e 0,25 mL de H₂O₂ a 1,8%. As leituras foram monitoradas, observando-se a variação da absorbância no comprimento de onda de 470 nm, a 25 °C, imediatamente após a mistura e a atividade foi expressa em unidades de absorbância (UA) min⁻¹mg⁻¹ de proteína.

Na determinação da atividade da PPO, 0,5 mL do sobrenadante foi adicionado ao meio de reação contendo 0,25 mL de S-metil-catecol 0,6 M e 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M pH 6,8. A solução enzimática foi incubada por 15 minutos a 40 °C em banho-maria e a reação paralisada com adição de 800 µL de ácido perclórico 2N. A determinação das atividades foi determinada observando-se a variação da absorbância, no comprimento de onda de 395 nm, a 25 °C, imediatamente após a retirada da incubadora e a atividade da PPO foi expressa em unidades de absorbância (UA). min⁻¹.mg⁻¹ de proteína.

Para a determinação da atividade da FAL 0,5 mL do sobrenadante foram transferidos para tubos de ensaio e alíquotas de 1,5 mL de solução tampão TRIS-EDTA 0,01M (pH 8,8)

0,5 mL de solução de fenilalanina (30 μM) e 0,5 mL de água destilada foram adicionados. Após a incubação em banho-maria a 40 °C, por uma hora, a reação foi paralisada com 2 mL de ácido clorídrico 5M e as leituras espectrofotométricas realizadas a 290 nm 25°C. Os resultados foram expressos em Unidades de Absorbância (UA) $\text{min}^{-1}.\text{mg}^{-1}$ de proteína.

Todas as amostras corresponderam a uma prova em branco II, preparada a partir de 1,5 mL de solução tampão TRIS 0,01M. (pH 8,8) 0,5 mL de extrato enzimático e 1,0 mL de água destilada, para cada tratamento testado. As análises foram realizadas em triplicata. As determinações da quantidade de proteína presente nos referidos extratos foram realizadas pelo método de Bradford (1976). Todas as leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo Thermo do Uv-vis de GENESYS 10S).

2.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico R[®] (R Core Team, 2020). A análise de Correlação de Pearson ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$) foi realizada para estudar a inter-relação entre variáveis e fatores usando o programa estatístico R[®].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma interação ($p < 0,01$) entre as plantas de meloeiro submetidas a diferentes elicitores de resistência e ciclos de cultivo foi observada para a taxa fotossintética (*A*) e transpiração (*E*), sendo os fatores estudados separadamente. Para a condutância estomática (*g_s*) e concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*) não houve diferença entre tratamentos, sendo observada interação apenas para os anos de cultivo (Tabela 2).

As plantas submetidas aos tratamentos Chelal[®] Si, Rocksil[®] e Tiabendazol[®] apresentaram os maiores valores de *A* e de *E* em ambos os anos de cultivo, indicando que esses tratamentos proporcionaram o funcionamento normal da planta. Quando estudado o ciclo de cultivo separadamente, observou-se que todas as variáveis apresentaram maiores respostas fisiológicas no ano de 2019, apesar de déficit hídrico sofrido pelas plantas. Pois, sob condições de estresse, as plantas tendem a diminuir a taxa fotossintética e transpiração proporcionando uma maior eficiência no uso de água (Taiz et al., 2017).

Essa alteração fisiológica ocorre quando a planta se encontra sobre condições de estresse, onde à medida que aumenta a *g_s*, a *C_i* também aumenta, melhorando consequentemente a taxa fotossintética e atenuando os efeitos do estresse hídrico (Weng et al., 2022), uma vez, que a disponibilidade de água para as plantas foi menor, devido a quantidade de chuva reduzida durante esse período (Figura 1).

Tabela 2. Taxa fotossintética (*A*), condutância estomática (*g_s*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*) e transpiração (*E*) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratadas com diferentes fontes de silício, em dois ciclos de cultivo.

Tratamentos	<i>A</i> ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		Média	<i>g_s</i> ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		Média
	2019	2020		2019	2020	
Testemunha	24,34	12,45	18,40 ab	1,28	0,26	0,77 a

Agrosilício®	19,60	10,82	15,21 b	1,00	0,23	0,62 a
Ácido Salicílico	22,33	14,20	18,27 ab	1,21	0,41	0,81 a
Chelal® Si	26,28	16,44	21,36 a	1,45	0,50	0,98 a
Rocksil®	25,48	16,01	20,75 a	1,51	0,43	0,97 a
Tiabendazol®	23,79	19,92	21,86 a	1,07	0,79	0,93 a
Média	23,64 A	14,97 B		1,26 A	0,44 B	
CV (%)	14,36			37,51		
Tratamentos	<i>C_i</i> (µmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)			<i>E</i> (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)		
	2019	2020		2019	2020	
Testemunha	307,56	275,07	291,32 a	10,14	4,84	7,49 ab
Agrosilício®	298,01	273,92	285,96 a	8,00	3,99	6,00 b
Ácido Salicílico	301,96	281,11	291,54 a	8,64	5,51	7,07 ab
Chelal® Si	310,80	286,33	298,56 a	10,34	6,65	8,50 a
Rocksil®	310,72	284,72	297,72 a	9,64	5,91	7,78 ab
Tiabendazol	308,59	288,46	298,52 a	9,76	7,86	8,81 a
Média	306,27 A	281,6 B		9,42 A	5,79 B	
CV (%)	3,02			16,91		

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam efeitos dos anos de cultivo, as minúsculas comparam efeitos dos tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Agrosilício® (3g/L), Rocksil® (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol) e o Chelal® Si (2L/100L), o fungicida Tiabendazol (400 mL/100L).

Genótipos de melão 'JIN TAI LANG' e 'JIN DI' apresentaram taxa fotossintética, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO₂ mais alta, quando submetidas a estresse por alta temperatura e umidade (Weng et al., 2022). Esses resultados se assemelham aos observados na presente pesquisa, durante o primeiro ano de cultivo.

As alterações nas variáveis A e E em plantas de meloeiro amarelo, podem estar relacionadas a presença de Si na composição dos tratamentos Chelal® Si e Rocksil®. Esse elemento atua na regulação osmótica celular, aumentando a absorção de K⁺ (o íon que regula a pressão osmótica) responsável pela abertura e fechamento estomático (Gomes e Nascimento, 2018; Verma et al., 2020).

Para a temperatura foliar (°C) e eficiência instantânea de uso da água (EUA), não foram observadas interações entre tratamentos e ciclos de cultivo. Enquanto que para as eficiências intrínsecas de uso da água (EiUA) e eficiências instantâneas de carboxilação (EiC) foi observada interação tanto entre tratamentos, quanto entre os ciclos de cultivo (Tabela 3).

Tabela 3. Temperatura foliar (TF °C), eficiência instantânea de uso da água (EUA), eficiência intrínseca de uso da água (EiUA) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratadas com diferentes fontes de silício.

Tratamentos	TF(°C)		Média	EUA (mmol CO ₂ mol ⁻¹ H ₂ O)		Média
	2019	2020		2019	2020	

Testemunha	33,54	34,60	34,07 a	2,42	2,61	2,51 a
Agrosilício [®]	33,54	34,20	33,87 a	2,46	2,75	2,60 a
Acido Salicílico	33,18	34,22	33,70 a	2,59	2,62	2,60 a
Chelal [®] Si	33,03	34,39	33,71 a	2,55	2,50	2,52 a
Rocksil [®]	32,84	33,46	33,15 a	2,51	2,48	2,50 a
Tiabendazol	33,34	34,22	33,78 a	2,45	2,56	2,50 a
Média	33,25 B	34,18 A		2,49 A	2,59 A	
CV (%)	2,42			9,19		
	<i>EiUA</i>		<i>EiC</i> [($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			
	(mmol m ² s ⁻¹ H ₂ O)		($\mu\text{mol mol}^{-1}$) ⁻¹]			
Tratamentos	2019	2020		2019	2020	
Testemunha	19,74	51,05	35,39 ab	0,080	0,046	0,063 ab
Agrosilício [®]	24,14	54,48	39,31 a	0,066	0,039	0,053 b
Acido Salicílico	24,64	46,70	35,67 ab	0,074	0,050	0,062 ab
Chelal [®] Si	15,16	36,61	25,88 b	0,085	0,057	0,071 a
Rocksil [®]	14,35	42,06	28,20 b	0,082	0,056	0,069 a
Tiabendazol [®]	18,70	34,22	26,46 b	0,077	0,069	0,073 a
Média	19,46 B	44,19 A		0,077 A	0,053 B	
CV (%)	22,71			14,04		

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam efeitos dos anos de cultivo, as minúsculas comparam efeitos dos tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), e o fungicida Tiabendazol (400 mL/100L).

O clima Semiárido é ideal para a produção do meloeiro, porém temperaturas muito elevadas, em determinadas fases fenológicas, podem prejudicar a cultura (Nick e Borém, 2019). Apesar da alta temperatura e baixa precipitação as quais as plantas de meloeiro foram submetidas, sabe-se que o Si é amplamente usado como um mitigador de estresse às condições ambientais adversas, além de contribuir com o aumento do crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas (Verma et al., 2020).

Esse elemento pode ampliar a capacidade de melhorar a absorção de água e seu transporte, juntamente com o aumento das atividades de enzimas antioxidantes e trocas gasosas fotossintéticas da folha (Ma et al., 2016). Nesse estudo observou-se, o aumento na *EiUA* e *EiC* nas plantas que receberam a aplicação de agrosilício[®] e ácido salicílico. O silício associado a esses tratamentos pode ter proporcionado os maiores valores para estas variáveis.

De maneira geral, observa-se que a atividade fotossintética e as demais variáveis apresentaram aumento durante o primeiro ciclo de cultivo, podendo ser atribuído à baixa ocorrência de chuvas durante o período de execução do experimento. A baixa umidade do solo reduz o desenvolvimento das plantas alterando mecanismos fisiológicos e bioquímicos, bem como, o desempenho fotossintético, absorção de nutrientes, translocação de íons, respiração e produtividade (Ahmad et al., 2019).

De acordo com os resultados da análise de variância observou-se que os tratamentos não influenciaram nas características físicas em frutos de meloeiro amarelo, mas que houve

interação significativa entre os ciclos de cultivo (Tabela 4). Essa interação provavelmente está relacionada a restrição hídrica durante o período de condução do experimento, onde no ciclo de 2020 os frutos apresentaram diâmetro, firmeza (FMZ) e peso superior aos frutos colhidos no ciclo de 2019.

O valor de massa média dos frutos de meloeiro amarelo encontrados no presente experimento de 1,255 kg, semelhante ao observado por Dalastra et al. (2016), que obtiveram valor de massa média de 1,182 kg dos frutos de meloeiro rendilhado submetidos a doses de 0,0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 g/L de Si aplicados via foliar, cultivado em ambiente protegido. Além disso, observaram que as doses não influenciaram nas características físicas (comprimento e diâmetro) de frutos. Esses resultados são semelhantes aos achados nesta pesquisa.

Tabela 4. Diâmetro longitudinal (DAL), transversal (DAT), espessura da casca (ESC), da polpa (ESP), firmeza (FMZ) e peso dos frutos do meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com diferentes fontes de silício.

Tratamentos	DAL (cm)		Média	DAT (cm)		Média
	2019	2020		2019	2020	
Testemunha	14,29	10,91	12,60 a	10,37	16,37	13,37 a
Agrosilício®	14,55	11,18	12,86 a	10,06	16,66	13,36 a
Acido Salicílico	14,93	11,72	13,32 a	10,87	17,33	14,10 a
Chelal® Si	15,12	11,52	13,32 a	10,84	17,43	14,14 a
Rocksil®	15,19	10,22	12,70 a	10,63	17,49	14,06 a
Tiabendazol®	15,31	11,33	13,32 a	11,04	16,46	13,75 a
Média	14,9 A	11,15 B		10,63 B	16,96 A	
CV (%)	7,88			7,58		
Tratamentos	ESC (mm)		Média	ESP (mm)		Média
	2019	2020		2019	2020	
Testemunha	5,88	5,61	5,74 a	20,67	22,97	21,82 a
Agrosilício®	5,88	5,10	5,49 a	21,33	23,39	22,36 a
Acido Salicílico	5,83	5,56	5,70 a	21,75	25,14	23,45 a
Chelal® Si	5,54	5,35	5,45 a	22,75	23,06	22,91 a
Rocksil®	5,79	5,52	5,66 a	22,13	24,62	23,37 a
Tiabendazol	5,92	5,09	5,50 a	23,38	22,63	23,00 a
Média	5,81 A	5,37 B		22,00 B	23,63 A	
CV (%)	10,05			9,16		
Tratamentos	FMZ (N)		Média	Peso (g)		Média
	2019	2020		2019	2020	
Testemunha	12,75	11,32	12,03 a	769,67	965,25	867,46 a
Agrosilício®	10,97	10,73	10,85 a	735,08	1012,92	874,00 a
Acido Salicílico	11,51	10,52	11,01 a	865,58	1195,83	1030,71 a
Chelal® Si	11,45	8,16	9,80 a	912,58	1255,83	1084,21 a
Rocksil®	10,95	15,52	13,23 a	849,83	1144,67	997,25 a
Tiabendazol	9,61	12,60	11,10 a	968,50	1030,17	999,33 a
Média	11,21 A	11,47 A		850,21 B	1100,78 A	

CV (%)	25,88	17,92
--------	-------	-------

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam efeitos dos anos de cultivo, as minúsculas comparam efeitos dos tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), e o fungicida Tiabendazol (400 mL/100L).

Considerando os diferentes tratamentos a base de Si, aplicados via foliar, nas condições da pesquisa, resultou em poucas mudanças nas variáveis analisadas. Estudando a aplicação foliar de diferentes doses de Si, Santos et al. (2021), notaram que a produção e desenvolvimento do meloeiro foram prejudicados por doses elevadas (superiores a 77,24 kg ha⁻¹), sugerindo que se deve atentar para o fornecimento de Si para o meloeiro via fertirrigação, principalmente quando não há déficit de irrigação.

Tabela 5. Potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (AT) e vitamina C em frutos do meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com diferentes fontes de silício.

Tratamentos	pH			°Brix		Média
	2019	2020		2019	2020	
Testemunha	5,89	6,09	5,99 a	8,18	5,50	6,84 a
Agrosilício [®]	5,74	6,06	5,90 a	7,48	6,20	6,84 a
Acido Salicílico	5,66	6,01	5,83 a	7,52	6,07	6,79 a
Chelal [®] Si	5,98	6,19	6,09 a	8,62	6,13	7,37 a
Rocksil [®]	5,80	6,13	5,96 a	8,41	6,37	7,39 a
Tiabendazol	5,77	6,09	5,93 a	7,52	5,93	6,73 a
Média	5,81 B	6,09 A		7,95 A	6,03 B	
CV (%)	3,88			13,23		

Tratamentos	AT (g 100 g ⁻¹)			Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)		Média
	2019	2020		2019	2020	
Testemunha	0,164	0,096	0,130 a	5,00	3,72	4,36 a
Agrosilício [®]	0,170	0,104	0,137 a	4,75	3,47	4,11 a
Acido Salicílico	0,141	0,110	0,125 a	5,44	3,30	4,37 a
Chelal [®] Si	0,144	0,099	0,121 a	5,93	3,57	4,75 a
Rocksil [®]	0,177	0,111	0,144 a	5,06	3,72	4,39 a
Tiabendazol	0,171	0,103	0,137 a	4,70	2,95	3,83 a
Média	0,161 A	0,103 B		5,15 A	3,45 B	
CV (%)	21,10			33,39		

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam efeitos dos anos de cultivo, as minúsculas comparam efeitos dos tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), e o fungicida Tiabendazol (400 mL/100L).

Para as variáveis químicas, potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (AT) e vitamina C em frutos do meloeiro amarelo tratados com

elicitores de resistência não apresentaram interação significativa. No entanto, apresentaram efeito significativo entre os ciclos de cultivo (Tabela 5).

O teor AT e pH determinam em grande parte a qualidade dos frutos, sendo o °Brix correlacionado com a concentração de açúcar e é usado como medida indispensável de comercialização de frutos (Alam et al., 2021). No ciclo de 2019 o °Brix variou de 7,48% a 8,62% apresentando valor superior ao ciclo de 2020 (Tabela 5).

Para determinar a qualidade interna de melões exportados, são seguidos alguns protocolos que quantificam a concentração de sólidos solúveis (°Brix) entre 9% e 10,99% sendo relatada como “boa qualidade interna” e 11% ou mais como “qualidade interna muito boa” (Vendruscolo et al., 2018). De acordo com esses padrões, os frutos analisados nessa pesquisa estão abaixo do valor de referência, principalmente aqueles colhidos em 2020 (variando de 5,5 a 6,37 °Brix).

Frutos de meloeiro do grupo *inodorus* (amarelo) não são climatéricos, ou seja, não amadurecem depois de colhidos, sugerindo que a colheita deve ocorrer quando atingirem maturação fisiológica ideal e tenha ocorrido o máximo acúmulo de açúcares (°Brix 10 a 12) (Pereira et al., 2021). Nesse contexto, os frutos do ciclo 2020 apresentaram baixo teor de açúcares, esse resultado pode estar relacionado a colheita precoce (70 dias) devido ao ataque de pragas, principalmente das brocas-das-cucurbitáceas (*Diaphania nitidalis* e *hyalinata*). O ataque de pragas afetou negativamente os resultados dessa pesquisa, induzindo a realização da colheita precoce, antes da maturação fisiológica ideal dos frutos.

Além disso, a quantidade de água de irrigação pode influenciar o teor de açúcares dos frutos de meloeiro, bem como a AT e vitamina C, onde maiores quantidades de água estão correlacionadas com valores mais baixos (Sánchez, et al., 2021). Os frutos do ciclo 2020, apresentaram o pH mais elevado variando de 6,01 a 6,19 (Tabela 5). Para o melão, observou-se que o pH é inversamente relacionado ao AT, considerando que um maior teor de ácidos orgânicos tem sido comumente associado a um pH mais baixo (Parque et al., 2018).

Cruz (2016), também não constatou diferença estatística para o pH dos frutos de meloeiro cv. RML 5006 Rogers, quando as plantas foram tratadas com Si, o que demonstra que a utilização desse componente não causa alteração do pH, espessura e sólidos solúveis dos frutos. Vendruscolo et al. (2018), observaram que não houve diferença significativa para diâmetro, AT, espessura da casca, °Brix em diferentes ambientes de cultivo (protegido e campo aberto) e diferentes espaçamentos (15, 25, 35, 45, 55 cm) para meloeiro cantaloupe.

Weerahewa e Saparamudu (2014), observaram que a utilização de Si na cultura do pimentão (*Capsicum annuum*), aplicando silicato de potássio na dose de 75 mg L⁻¹ via foliar ou via solo através de solução nutritiva, não causaram alterações nas características referentes ao teor dos sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável e diâmetro dos frutos, semelhante ao observado na presente pesquisa. A aplicação de Si e as doses de N não influenciaram significativamente o teor de vitamina C dos frutos de abobrinha (*Cucurbita pepo*), apresentando teor médio de 4,75 g 100g⁻¹ (Suassuna, 2019), comportamento semelhante foi observado na presente pesquisa.

Observa-se que para produtividade de meloeiro amarelo não houve efeito ($p \leq 0,05$) em função da aplicação de elicitores de resistência a base de Si, mas que houve interação entre anos de cultivo (Figura 2). As condições ambientais podem ter influenciado na baixa

produtividade, uma vez que, maior quantidade de água disponível favorece o aumento da produtividade da cultura, justificando os resultados da presente pesquisa.

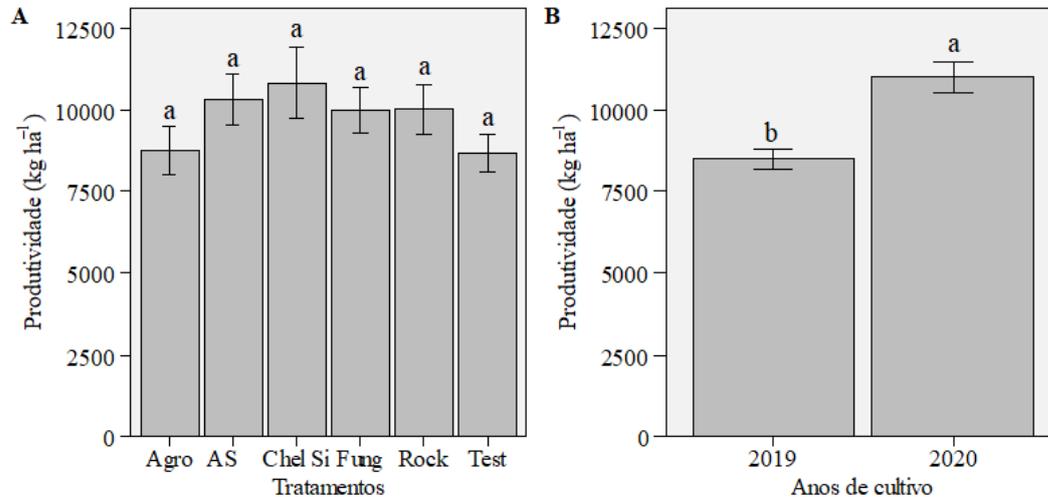


Figura 2. Valores médios de produtividade entre tratamentos (A) e anos de cultivo (B) dos frutos do meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) em função da aplicação de diferentes fontes de silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas através do teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Agro- Agrosilício® (3g/L), AS- Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chel- Chelal®, fung- Tiabendazol (400 mL/100L). Si (2L/100L), Rock- Rocksil® (3g/L), Testemunha (não tratada).

A produção estimada de frutos de dois híbridos de meloeiro (F 4945 e Medellín) adubadas com escória ($17,2 \text{ t ha}^{-1}$) não diferiu da produção obtida de plantas não adubadas (Preston et al., 2021), corroborando com os dados obtidos na presente pesquisa. Em diferentes condições hídricas, a aplicação de Si em meloeiro demonstrou que a dose de $77,24 \text{ kg de silício ha}^{-1}$ resultou em uma produção estimada de $1.280,36 \text{ g planta}^{-1}$ (Santos et al., 2021). Tendo em vista que o rendimento médio obtido por área é de 27.476 kg/ha (Ibge, 2020).

Conforme exposto anteriormente, nessa pesquisa, o uso produtos a base de Si apresentou baixa influência sobre as variáveis analisadas. As plantas podem apresentar maior capacidade em acumular Si, bem como, baixa capacidade, podendo ser absorvido diretamente da solução do solo (transportado via fluxo de massa) (Ma et al., 2007). Nesse sentido, o meloeiro é considerado baixo acumulador desse elemento, apresenta absorção lenta, e sua eficiência pode ser alterada de acordo com a forma de aplicação nas plantas (Preston et al., 2021).

As enzimas peroxidase (POD), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (FAL) não apresentaram efeito para os fatores analisados (Figura 3). Normalmente, o aumento na atividade enzimática está relacionado à presença de estresse biótico ou abiótico (seja por temperatura, hídrico ou salinidade) (Sami et al., 2021). Possivelmente esse resultado pode estar relacionado ao efeito do ambiente, uma vez que todas as plantas estavam sobre as mesmas condições de estresse, anulando assim o efeito individual dos tratamentos.

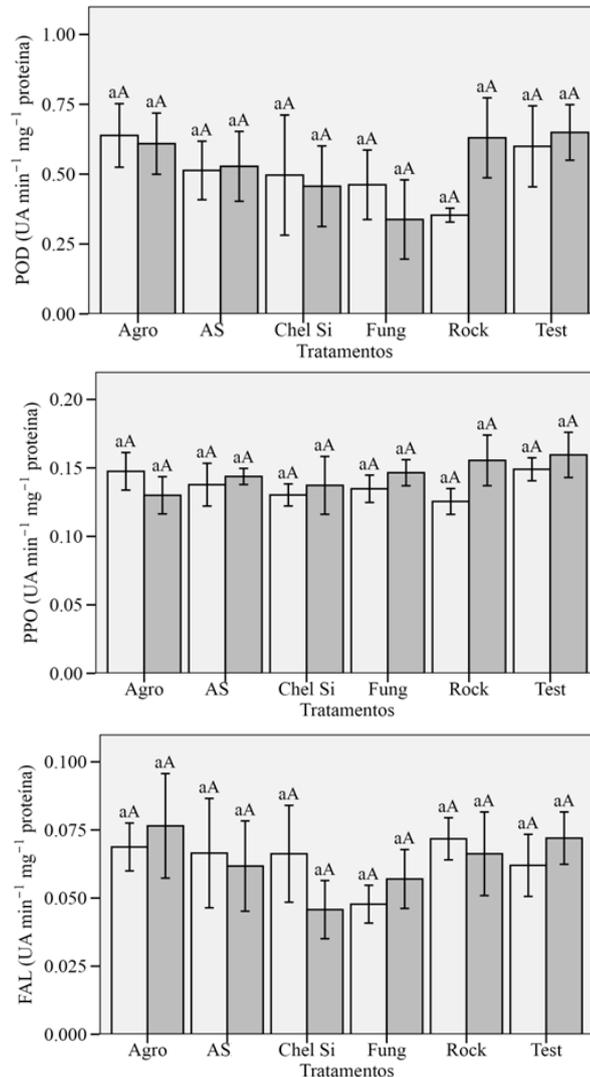


Figura 3. Atividade das enzimas peroxidase (POD), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (FAL) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratadas com diferentes fontes de silício. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas (compara os tratamentos) e maiúsculas (anos de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Agro- Agrosilício[®] (3g/L), AS- Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chel- Chelal[®], fung- Tiabendazol (400 mL/100L). Si (2L/100L), Rock- Rocksil[®] (3g/L), Testemunha (não tratada).

Dentre as enzimas relacionadas à defesa que podem ser estimuladas pela ação do Si, como quitinase (CHT), peroxidases (PODs), polifenoloxidasas (PPOs), fenilalanina amônia-liase (FAL), catalase (CAT) (Gulzar et al., 2021). Na presente pesquisa foi observado que os produtos à base de Si, não influenciaram na atividade enzimática nos dois ciclos de cultivo.

O uso de elicitores de resistência promove aumento no acúmulo de metabólitos secundários, que são importantes no sistema de defesa das plantas (Dima et al., 2020). No entanto, a resposta do metabolismo da planta depende da concentração e do tempo do estímulo, bem como da natureza comercial do produto. É importante ressaltar que algumas plantas apresentam maior capacidade em acumular Si, intensificando sua atuação sobre a ativação de enzimas, e fortalecimento das barreiras físicas (Gulzar et al., 2021).

entre a taxa fotossintética (0,58), concentração interna de carbono (0,5) e eficiência instantânea de carboxilação (0,59).

A enzima POX analisada 50 DAT apresentou alta correlação positiva com a eficiência intrínseca no uso da água (0,61) e temperatura foliar (0,74). Durante o primeiro ciclo, a FAL apresentou baixa ($< 0,5$) correlação positiva entre as variáveis de trocas gasosas, exceto para a variável eficiência instantânea de uso da água, sendo observada alta correlação positiva aos 25 dias (0,66) e aos 50 dias (0,57) DAT (Figura 4A).

No segundo ciclo de cultivo observou-se comportamento semelhante ao primeiro ciclo, para as variáveis de trocas gasosas. Enquanto que para a atividade enzimática ocorreu desempenho inverso ao observado no ciclo anterior. A enzima POX analisada 50 DAT o apresentou alta correlação positiva entre taxa fotossintética (0,66), condutância estomática (0,73), concentração interna de carbono (0,7), transpiração (0,65) (Figura 4B).

A alta correlação positiva encontrada entre enzimas antioxidantes e trocas gasosas pode ser atribuída a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), quando produzidas em excesso podem comprometer o metabolismo da planta (Malik et al., 2020). À medida que, as plantas são submetidas a algum tipo de estresse produzem e ativam mecanismos antioxidantes enzimáticos para suavizar os efeitos das EROs, influenciando, diretamente, a fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e relações hídricas (Radwan e Soltan, 2012; Yoshioka et al., 2012).

4. CONCLUSÃO

A aplicação de Si via foliar não afeta as características biométricas e na produtividade de frutos de melão amarelo. As fontes de Si contribuem para o aumento da taxa fotossintética e transpiração, em plantas de meloeiro amarelo. A aplicação de Si via foliar não exerce influência sobre a atividade das enzimas peroxidases (PODs), polifenoloxidasas (PPOs), fenilalanina amônia-liase (FAL).

5. REFERÊNCIAS

AHMAD, S., KAMRAN, M., DING, R., MENG, X., WANG, H., AHMAD, I., HAN, Q. A melatonina exógena confere estresse hídrico por promover o crescimento das plantas, capacidade fotossintética e sistema de defesa antioxidante de mudas de milho. **Peer J.** 7: 129-136. 2019.

ALAM, A., HARIYANTO, B., ULLAH, H.; SALIN, K. R. Efeitos do Silício no Crescimento, Rendimento e Qualidade de Frutos de Melão sob Estresse Seca. **Silício.** 13:3153-3162. 2021.

AOAC - Association of official analytical chemistry. 1992. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 17. ed. Washington: AOAC.

BRADFORD, M. M. Um método rápido e sensível para quantificação de quantidades de microgramas de proteína utilizando o princípio da ligação proteína-corante. **Analytical Biochemistry**. 72: 248-254. 1976.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. 1972. Equipe de pedologia e fertilidade do solo. **Divisão de Agrologia - SUDENE**. Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do estado da Paraíba. (Boletim técnico, 15). Rio de Janeiro: MA/CONTA/USAID/SUDENE.

BRITO NETO, J. F., PEREIRA, W. E., FERREIRA, C. L., COSTA, A. R., SOARES, L. J. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro ‘sunrise solo’ em função de doses de nitrogênio e boro. *Semina: Ciências Agrárias*. 32:69-80. 2012.

CAVALCANTE NETO, J. G.; FERREIRA, K. T. C.; ARAGÃO, F. A. S.; ANTÔNIO, R. P.; NUNES, G. H. S. Potential of parents and hybrids experimental of the yellow melon. **Ciência Rural**. 50: 1-9. 2020.

CAVALCANTI, F. J. A. 2008. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: 2^a. aproximação. 3. ed. rev. Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco, 2008. 212 p. il.

CORRÊA, C. V. **Aplicação de silício em plantas de tomate cultivar Micro-tom sob déficit hídrico** (Tese de doutorado). - Botucatu, SP. 2019. 112 p.

CRUZ, B. L. S. **Silicato de cálcio no manejo do meloeiro e na qualidade dos frutos pós-colheita**. 2016. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016. 51 p.

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. D. M.; KLOSOWSKI, E. S.; HACHMANN, T. L. Produção e qualidade de três tipos de melão, variando o número de frutos por planta. **Revista Ceres**. 63: 523-531. 2016.

DIMA, S. O., NEAMȚU, C., DESLIU-AVRAM, M., GHIUREA, M., CAPRA, L. RADU, E., OANCEA, F. Efeitos bioestimulantes vegetais da vinhaça de levedura de padeiro e selênio em tomateiros por meio de adubação foliar. **Agronomia**. 10: 133. 2020.

ETESAMI, H., E JEONG, B. R. Silício (Si): Revisão e perspectivas futuras sobre os mecanismos de ação no alívio de estresses bióticos e abióticos em plantas. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 147: 881-896. 2018.

GOMES, R. S. S. E NASCIMENTO. L. C. Induction of resistance to *Colletotrichum truncatum* in lima bean. **Arquivos do Instituto Biológico**. 85: 1-7. 2018.

GULZAR, N. A. L. I., SHAH, M. A., KAMILI, A. N. A suplementação de silício melhora a resistência à requeima em *Lycopersicon esculentum* Mill. modulando a expressão de genes relacionados à defesa e enzimas antioxidantes. **Biotecnologia**. 11:232. 2021.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/br>. Acesso em: 02 fev. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2005. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020.

LOZANO, C. S., REZENDE, R., HACHMANN, T. L., SANTOS, F. A. S., LORENZONI, M. Z., SOUZA, A. H. C. Produtividade e qualidade de melão sob doses de silício e lâminas de irrigação em ambiente protegido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 48: 140–146. 2018.

MA, J. F., YAMAJI, N., TAMAI, K. E., MITANI, N. Diferença genotípica na absorção de silício e expressão de genes transportadores de silício em arroz. **Plant Physiology**. 145, 919-924. 2007.

MALIK, N. A. A., I. S. KUMAR, K. NADARAJAH. Elicitor and receptor molecules: Orchestrators of plant defense and immunity. **International Journal of Molecular Sciences**. 21: 963. 2020.

MEDEIROS, D. A., ALAQUIAS, J. P, MALTA, A. O.; PEREIRA, W. E., SILVA, E. S., SOUZA, L. T., SANTOS, R. F. Meloeiro orgânico: trocas gasosas e teores foliares de NPK em função de fontes e doses de nitrogênio. **Acta Biológica Paranaense**. 49: 89-104. 2020.

NICK, C. E BOREM, A. 2019. **Melão: do plantio à colheita**. 1Ed. UFV. Viçosa (MG). 246 p.

PARQUE, E., LUO, Y.; MARINHA, S. C., EVERTS, K. L., MICALLEF, S. A., BOLTEN, S., STOMMEL, J. Preferência do consumidor e avaliação físico-química de melões cultivados organicamente. *Biol pós-colheita*. **Technology**. 141: 77-85. 2018.

PEREIRA, W. D. B., POSSÍDIO, C. E. F., SOUSA, J. S. C. D., SIMÕES, W. L., SANTOS, C. M. G. Produção e Qualidade de Melões Sob Diferentes Arranjos do Sistema de Irrigação e Coberturas do Solo. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 36: 285-294. 2021.

PRESTON, H. A. F., SOUSA, G. H. N., PRESTON, W., SOUZA, E. B., MARIANO, R. D. L. R., DATNOFF, L. E., NASCIMENTO, C. W. A. O fertilizante de silício à base de escória melhora a resistência à mancha bacteriana e a qualidade do melão cultivado em condições de campo. **Proteção de Cultivo**. 147: 105-125. 2021.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R **Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria.

RADWAN, D. E. M. AND D. M. SOLTAN. The negative effects of clethodim in photosynthesis and gas-exchange status of maize plants are ameliorated by salicylic acid pretreatment. **Photosynthetica**. 50: 171-179. 2012.

SAMI, R., ALMATRAFI, M., ELHAKEM, A., ALHARBI, M., BENAJIBA, N., HELAL, M. Efeito de filmes de revestimento de dióxido de silício sobre as características de qualidade de melão cortado fresco. **Membranas**. 11: 140. 2021.

SÁNCHEZ, E., POLLOCK, R., ELKNER, T., BUTZLER, T.; GIOIA, F. Rendimento de frutas e avaliação de qualidade físico-química de melão cultivado em campo híbrido e enxertado na Pensilvânia. **Horticulturae**. 7: 69. 2021.

SANTOS, F. A. S., REZENDE, R., SOARES WENNECK, G., SANTI, D. C.; SAATH, R.; TERASSI, D. S. Produtividade do melão rendilhado fertirrigado com silício. **Irriga**. 1: 321-334. 2021.

SIEGEL, B. Z. 1993. Plant peroxidases: anorganism perspective. **Plant Growth Regulation, Dordrecht**. 12: 303-312.

SILVA, T. I., E DIAS, T. J. 2020. **Trocas gasosas e fitomassa de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) submetido ao estresse salino e ácido salicílico**. João Pessoa: Editora UFPB, 2020. 178 p.

SOARES, J. M. 2020. **Efeito da aplicação foliar de silício no manejo, na produção e na qualidade dos frutos do meloeiro**. (Tese Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2020. 73 f.

STROHECKER, R. E., E HENNING, H. M. 1967. **Análises de vitaminas: Métodos elementares**. Editora Paz Montalvo, Madrid.

SUASSUNA, C. F. **Adubação nitrogenada associada à aplicação de silício na cultura da abobrinha**. 2019. 52 f. (Tese Mestrado). Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2019.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M., MURPHY, A. 2017. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed.

VENDRUSCOLO, E. P.; SELEGUINI, A.; CARDOSO-CAMPOS, L. F.; ALCÂNTARA-RODRIGUES, A. H.; LIMA, S. F. D. Desenvolvimento e produção de melão Cantaloupe em função do espaçamento e ambientes de cultivo no Cerrado brasileiro. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**. 12: 397-404. 2018.

VERMA, K. K., ANAS, Z., CHEN, V. D., RAJPUT, M. K., MALVIYA, C. L., VERMA, R. K.; SINGH, P., SINGH, X., SONG, Y. Siliconsupply improves leafgasexchange, antioxidantdefense system andgrowthin *Saccharum officinarum* responseve to water limitation. **Plants**. 9: 1032. 2020.

WEERAHEWA, H. L. D., SAPARAMADU, M. D. J. S. Effect of Root or Foliar Application of Soluble Silicon on Plant Growth, Fruit Quality and Anthracnose Development of Capsicum. **Tropical Agricultural Research**. 26: 74-81. 2014.

WENG, J., REHMAN, A., LÁBIO., CHANG, L., ZHANG, Y., NIU, Q. A análise fisiológica e transcriptômica revela as respostas e diferenças ao estresse de alta temperatura e umidade em dois genótipos de melão. **Revista Internacional de Ciências Moleculares**. 23:734. 2022.

WÜRZ, D. A., KOWAL, A. N., FAGHERAZZI, A. F., SANTOS, G., LEITE, L. Efeito da aplicação foliar de silício nos aspectos produtivos e de qualidade de frutos de morangueiro. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**. 6: 144-149. 2020.

YOSHIOKA, H., K., MASE, M., YOSHIOKA, A. S., KOBAYASHI. Regulatory mechanisms of nitric oxide and reactive oxygen species generation and their role in plant immunity. **Nitric Oxide**. 25: 216-221. 2012.

Capítulo III

Silício no manejo de *Fusarium* sp. em plantas de *Cucumis melo* L.

SILÍCIO NO MANEJO DE *Fusarium* sp. EM PLANTAS DE *Cucumis melo* L.

RESUMO

A cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) é acometida por diversas doenças economicamente importantes, com destaque a murcha-de-Fusarium (*Fusarium solani*) que causa perda de rendimento, damping off seguido de morte das plantas e diminuição de frutos comercializáveis. O objetivo desse trabalho foi determinar o efeito de produtos a base de Silício (Si) sobre *Fusarium in vitro* e em mudas de melão amarelo. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. Foram avaliados dois isolados de *Fusarium* sp. e seis produtos a base de Si sendo: Silicato de Potássio (K_2SiO_3) (0,4L/100L), Silício (SiO_2) (100g/100L), Agrosilício® (3g/L), Rocksil® (3g/L), Ácido Salicílico (2 mmol), Chelal® Si (2L/100L). Além do fungicida Tiabendazol® (400 ml/100 L⁻¹) e a testemunha (apenas BDA). No teste *in vitro*, avaliou-se índice de velocidade de crescimento micelial, percentual de inibição de crescimento, produção de esporos, percentual de inibição de esporulação. No teste *in vivo* foram avaliados: comprimento do ramo principal, número de folhas e diâmetro do caule, massa seca, índice de doença e atividade enzimática. Os tratamentos mais eficientes na inibição de crescimento e ataque do patógeno em ambos os testes foram o Rocksil® e o Tiabendazol®. O Rocksil® e Silicato de Potássio reduziram o índice da doença em mudas de meloeiro amarelo. Para os parâmetros biométricos e respostas fisiológicas não responderam aos tratamentos. O Rocksil® é eficiente no controle *in vitro* de *Fusarium*. Rocksil® e Silicato de Potássio são eficientes na redução da severidade em plantas de meloeiro inoculadas com *Fusarium* sp.

Palavras-chave: melão amarelo; controle alternativo; murcha-de-Fusarium.

SILICON IN THE MANAGEMENT OF *Fusarium* sp. IN PLANTS OF *Cucumis melo* L.**SUMMARY**

Abstract: The melon crop (*Cucumis melo* L.) is affected by several economically important diseases, especially Fusarium wilt (*Fusarium solani*) which causes damage such as loss of yield, damping off followed by plant death and decrease of marketable fruits. The objective of this work was to determine the effect of products based on Silicon (Si) on *Fusarium* in vitro and on yellow melon seedlings. The experiments were carried out at the Phytopathology Laboratory of the Federal University of Paraíba, CCA/UFPB, Areia, PB. The interaction between two *Fusarium* sp. and six Si-based products: Potassium Silicate (K₂SiO₃) (0.4L/100L), Silicon (SiO₂) (100g/100L), Agrosilicon® (3g/L), Rocksil® (3g/L), Salicylic (2 mmol), Chelal® Si (2L/100L). In addition to the fungicide Thiabendazole® (400 ml/100 L⁻¹) and the control (only BDA). In the *in vitro* test, mycelial growth velocity index, percentage of growth inhibition, spore production, percentage of sporulation inhibition were evaluated. In the *in vivo* test, the treatments were applied (diluted in water) to the melon seeds, being evaluated: length of the main branch, number of leaves and stem diameter, dry mass, disease index and enzymatic activity. The most efficient treatments in inhibiting the growth and attack of the pathogen in both tests were Rocksil® and Thiabendazole®. Rocksil® and Potassium Silicate reduced the disease rate in yellow melon seedlings. For biometric parameters and physiological responses, no differences were observed between treatments. It is concluded that Rocksil® is efficient in the *in vitro* control of *Fusarium*. Rocksil® and Potassium Silicate are efficient in reducing the severity in yellow melon plants inoculated with *Fusarium* sp.

Keywords: yellow melon; alternative control; fusarium wilt.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) é considerada uma das mais importantes no cenário econômico brasileiro, ocupando o décimo lugar de destaque em volume, sendo a fruta fresca mais exportada. Isso se deve ao elevado rendimento da cultura em regiões com clima temperado, tropicais e subtropicais (UYEDA *et al.*, 2021), em especial a região Nordeste do Brasil. O meloeiro apresenta ampla diversidade fenotípica, considerada a mais polimórfica dentro do gênero, devido à variabilidade nas principais características associadas ao fruto (VALADARES *et al.*, 2018).

A cultura pode ser estabelecida em campo através do semeio direto ou transplantio de mudas, que é a forma mais utilizada por produtores, quando se utilizam sementes de híbridos, buscando maior qualidade e alta eficiência produtiva. A utilização de mudas de qualidade reflete no sucesso do cultivo, pois permite obter maior germinação, maior vigor de sementes, proteção às mudas que são alocadas em estufas, proporcionando maior uniformidade no campo, e principalmente maior controle de pragas (NICK; BOREM, 2019).

A sanidade de plantas deve ser verificada em todos os estágios de crescimento do meloeiro, pois a cultura é ameaçada por patógenos, principalmente de ordem fúngica. Dentre as principais doenças destacam-se, a murcha-de-fusarium, oídio (*Podosphaera xanthii*), a podridão radicular de *Monosporascus* e a raiz de carvão, causadas por *Macrophomina phaseolina* (GONZÁLEZ *et al.*, 2020; FLORES-LEÓN *et al.*, 2021). As doenças causadas por patógenos habitantes do solo, como *Fusarium solani* afetam gravemente o meloeiro por desenvolver estruturas (clamidósporos), que permitem a sobrevivência por longos períodos no solo, dificultando seu controle (ANDRADE *et al.*, 2005; CHIKH-ROUHOU *et al.*, 2021).

A murcha-de-Fusarium causada por *F. solani* é responsável por ocasionar prejuízos consideráveis no Brasil e no mundo, com relatos em diversas áreas de produção. A forma de sobrevivência do patógeno potencializa sua infestação em áreas de cultivo que se agravam ao longo dos anos acarretando o abandono dessas áreas. Os danos mais evidentes são a perda de rendimento por podridão de raiz e colo, *damping off* e morte de plantas e conseqüentemente a diminuição de frutos comercializáveis. A perda anual mundial em meloeiro causada pela murcha-de-Fusarium foi estimada em 10-30%, e às vezes até 100% em ambientes mais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno (LUONGO *et al.*, 2015; CHIKH-ROUHOU *et al.*, 2021).

Nesse contexto, é necessário montar uma estratégia de manejo integrado visando associar técnicas sejam auto-suficientes e não induzam o desenvolvimento de novas raças de patógenos. Além disso, é indispensável usar alternativas para os produtores que exportam para o mercado europeu, pois muitas moléculas sintéticas, usadas nos fungicidas utilizados não são aceitas no mercado externo. Dessa forma, o emprego de silício (Si) tem sobressaído na agricultura, pela capacidade de atenuar estresses bióticos e abióticos em plantas (GOMES *et al.*, 2018), atuando principalmente em função do acúmulo nas paredes celulares de raízes, caules e folhas (CHIKH-ROUHOU *et al.*, 2021).

O Si é um nutriente que desempenha um papel ativo, potencializando mecanismos de defesa da planta, no controle de doenças, através da produção de compostos fenólicos, de

fitoalexinas e na ativação de alguns genes que codificam proteínas relacionadas a patogênese (PR). Além da eficiência na planta, a aplicação desses produtos é menos onerosa, não contamina o ambiente e também, reduzir efeitos causados por estresses (CHIKH-ROUHOU *et al.*, 2021). Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi determinar o efeito de fontes de Si sobre *Fusarium* sp. *in vitro* e em mudas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Fitopatologia (LAFIT) e Melhoramento Genético do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB.

Nos testes *in vitro* e *in vivo* foram utilizados dois isolados de *Fusarium* sendo um deles *Fusarium solani* (CML 3946), pertencente a linhagem filogenética (FSSC 3+4) do complexo de espécies *F. solani*. Cedido da Coleção Micológica da Universidade de Lavras (CML), UFLA, Lavras-MG, e o segundo isolado de *Fusarium* sp. pertencente ao acervo micológico do LAFIT.

Para cultivo dos isolados de *Fusarium* preservados pelo método de Castellani (1939), discos de 5 mm foram depositados em placas de Petri contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA) com pH 5.5. As placas foram incubadas em estufa tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) sob temperatura de 28 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas. Após dez dias de incubação os isolados foram utilizados para montagem do teste *in vitro*.

2.1. Teste *in vitro*

As fontes de Si adquiridas comercialmente foram acrescentadas ao meio de cultura BDA, fundente (45-50° C) e vertidos em placa de Petri (9 cm). Foram utilizados Silicato de Potássio (K_2SiO_3) (0,4L/100L), Silício (SiO_2) (100g/100L), Agrosilício® (3g/L), Rocksil® (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal® Si (2L/100L). Além do fungicida Tiabendazol® (400 ml/100 L⁻¹) e a testemunha contendo apenas o meio BDA. No centro de cada placa foi adicionado um disco de colônia fungica (5 mm), que foram incubadas em estufa tipo chemical oxygen demand (B.O.D.), com fotoperíodo de 12 horas, sob temperatura de 28 ± 2 °C. Nesse teste o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos (6 fontes de Si + fungicida + testemunha) e quatro repetições, sendo cada repetição composta por três placas.

Após 24 horas da incubação, foi mensurado diariamente o diâmetro das colônias, com auxílio de uma régua milimetrada, em dois sentidos perpendiculares, até o preenchimento total da placa pela colônia fúngica. Em comparação com a testemunha, avaliou-se a porcentagem de inibição do crescimento micelial (P.I.C.). O Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM), expresso em mm dia⁻¹, foi determinado utilizando a fórmula proposta por Gomes (2008).

A quantificação de esporos foi realizada dez dias após a incubação. Para isso, foram adicionados 10 mL de água destilada esterilizada (ADE) nas placas e com o auxílio de um pincel foi realizada a remoção dos esporos. A suspensão foi filtrada em dupla camada de gaze e a contagem de esporos foi realizada em microscópio óptico com o auxílio de

hemacitômetro, de acordo com Alfenas, Mafia (2016). Os resultados foram expressos em esporos $\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$. O percentual de inibição da esporulação (PIE) foi calculado conforme a fórmula utilizada por Fernandes *et al.* (2015).

2.2. Teste de patogenicidade (*in vivo*)

Nesse teste foram utilizadas sementes de meloeiro amarelo cv. ‘Eldorado’ adquiridas comercialmente e os tratamentos utilizados foram os mesmos descritos no teste *in vitro*, sendo diluídos em ADE. As sementes foram submetidas a desinfestação com hipoclorito de sódio a 1% durante 3 minutos, seguido de dupla lavagem em ADE, secos em papel toalha estéril. Seguida a desinfestação, as sementes foram embebidas nos tratamentos por cinco minutos, e mantidas sob temperatura de 25 °C por 24 horas.

Para a inoculação, discos (5 mm), contendo colônia pura do fungo foram transferidos para placas de Petri (9 cm), contendo meio BDA. As placas foram mantidas sob temperatura de 28 ± 1 °C e fotoperíodo de 12 horas, por 12 dias. Após esse período foi realizada a inoculação pelo método de contato direto com a colônia fúngica, onde as sementes foram colocadas na placa de Petri diretamente sobre o crescimento micelial das colônias puras de *Fusarium* spp. por 60 horas. Após esse período, foram semeadas três sementes em vasos de poliestireno (1,5 kg de capacidade) com substrato comercial MecPlant®, previamente umedecido, permanecendo em casa de vegetação.

Aos 40 dias após a inoculação, avaliou-se visualmente a severidade da doença nas plantas através da escala de notas descrita por Ambrósio *et al.* (2015), onde: 0 = assintomático; 1 = menos de 3% dos tecidos infectados; 2 = 3-10% dos tecidos infectados; 3 = 11-25% dos tecidos infectados; 4 = 26-50% dos tecidos infectados; 5 = mais de 50% dos tecidos infectados e 6 = morte da planta. Todas as plantas sintomáticas passaram pelo processo de reisolamento do patógeno em meio BDA para confirmação da etiologia do patógeno. Foi realizada uma análise descritiva dos resultados.

O índice de doença foi calculado conforme Erkilic *et al.* (2006), onde: n = nota da doença, de acordo com a escala de severidade da doença; v = número de plantas com essa nota; N = número total de plantas e V = nota máxima.

$$\text{ID (\%)} = \frac{n.v}{N.V} \times 100$$

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 8×2 , sendo oito tratamentos e dois isolados de *Fusarium* spp., para os parâmetros fisiológicos e severidade da doença.

2.3. Análise de Trocas Gasosas

Para determinação das trocas gasosas foi utilizado o Analisador de Gases Infravermelho (IRGA) modelo “LCPro+” da ADC BioScientificLtda, com feixe de fótons de 1500. Foi determinada Temperatura foliar (TF) (°C), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Ci) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em duas folhas da região mediana da planta. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência instantânea de uso da água (EUA) ($\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$

H₂O), eficiência intrínseca de uso da água (EiUA) ($\text{mmol m}^2 \text{s}^{-1} \text{H}_2\text{O}$) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$](FERRAZ *et al.*, 2012).

Através do OS30P - Fluorômetro Portátil, determinou-se a Fluorescência inicial (F_0), variável (F_v), máxima (F_m) e eficiência quântica do PSII (F_v/F_m). Para a determinação do índice de clorofilasa, *b*, *total* e relação clorofila *a/b*, foi utilizado o clorofilômetro ClorofiLOG[®], sendo as medições realizadas em 1 folha da região mediana da planta. Os resultados foram expressos pelo Índice de Clorofila Falker (ICF), proporcionais à absorvância das clorofilas (FALKER, 2008). Todas as leituras foram realizadas aos 30 dias após o semeio, sempre no horário da manhã, no intervalo compreendido entre 8h30min às 10h30min.

2.4. Biometria de plântulas

Para avaliar o efeito das diferentes fontes de Si sobre plântulas de meloeiro, 40 dias após o semeio foi realizada aferição de comprimento do ramo principal (CRP) (cm), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) (mm), com auxílio de paquímetro digital e régua graduada em milímetros. Através da coleta das partes vegetativas (folhas, caule e raiz), foi avaliado a massa seca foliar (MSF), massa seca caulinar (MSC) e massa seca da raiz (MSR).

Para obtenção da massa seca, a planta foi coletada inteira, em seguida separada em caule, folha, e raiz, acondicionados em sacos de papel previamente identificados. As diferentes partes das plantas foram levadas para secagem em estufa com circulação de ar, à temperatura de 65°C, até atingir peso constante (± 72 horas). Após a secagem, cada amostra foi pesada em balança analítica para determinação da massa seca, e os valores foram expressos em gramas por planta (g plântula^{-1}) (BENINCASA, 2003).

2.5. Análises enzimáticas

Para a determinação da atividade enzimática foram coletadas folhas do terço médio da planta 30 dias após o semeio, nas primeiras horas da manhã (7 horas). As amostras foram previamente identificadas e armazenadas em caixas térmicas. Para a extração das enzimas peroxidase (POX) e fenilalanina amônia-liase (FAL) foram utilizados 1,0 g de folha homogeneizados em 10 mL de tampão de extração fosfato 0,1M, pH 6,0. Maceradas com nitrogênio líquido, a suspensão foi centrifugada por 15 minutos a 12000 RPM coletando-se o sobrenadante.

Para a determinação da atividade enzimática da POX foram preparadas com a adição de 0,25 mL do sobrenadante ao meio de reação contendo 0,25 mL de guaiacol a 1,7%, 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M, pH 6,0 e 0,25 mL de H₂O₂ a 1,8%. As reações foram monitoradas com auxílio de espectrofotômetro (modelo Thermo do Uv-vis de GENESYS 10S), no comprimento de onda de 470 nm, a 25 °C.

A atividade da FAL, 0,5 mL do sobrenadante foram transferidos para tubos de ensaio e alíquotas de 1,5 mL de solução tampão TRIS-EDTA 0,01M, pH 8,8; 0,5 mL de solução de fenilalanina (30 μM) e 0,5 mL de água destilada foram adicionados. Incubadas em banho-maria a 40 °C, por uma hora, a reação paralisada com 2 mL de ácido clorídrico 5M e as leituras foram realizadas a 290 nm e 25°C.

A prova em branco II foi preparada usando 1,5 mL de solução tampão TRIS 0,01M. Com pH 8,8, 0,5 mL de extrato enzimático e 1,0 mL de água destilada, para cada tratamento testado. As análises foram realizadas em triplicata. As determinações da quantidade de proteínas presentes nos referidos extratos foram realizadas pelo método de Bradford (1976). Os resultados da atividade enzimática foram expressos em Unidades de Absorbância (UA) $\text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ de proteína.

2.6. Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o software R (R Core Team, 2020), os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1 (A, B, C e D) diferença ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos com diferentes fontes de Si e os diferentes isolados no índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), percentual de inibição do crescimento micelial (PIC), esporulação e percentual de inibição da esporulação (PIE) de isolados de *Fusarium* spp. (Figura 1).

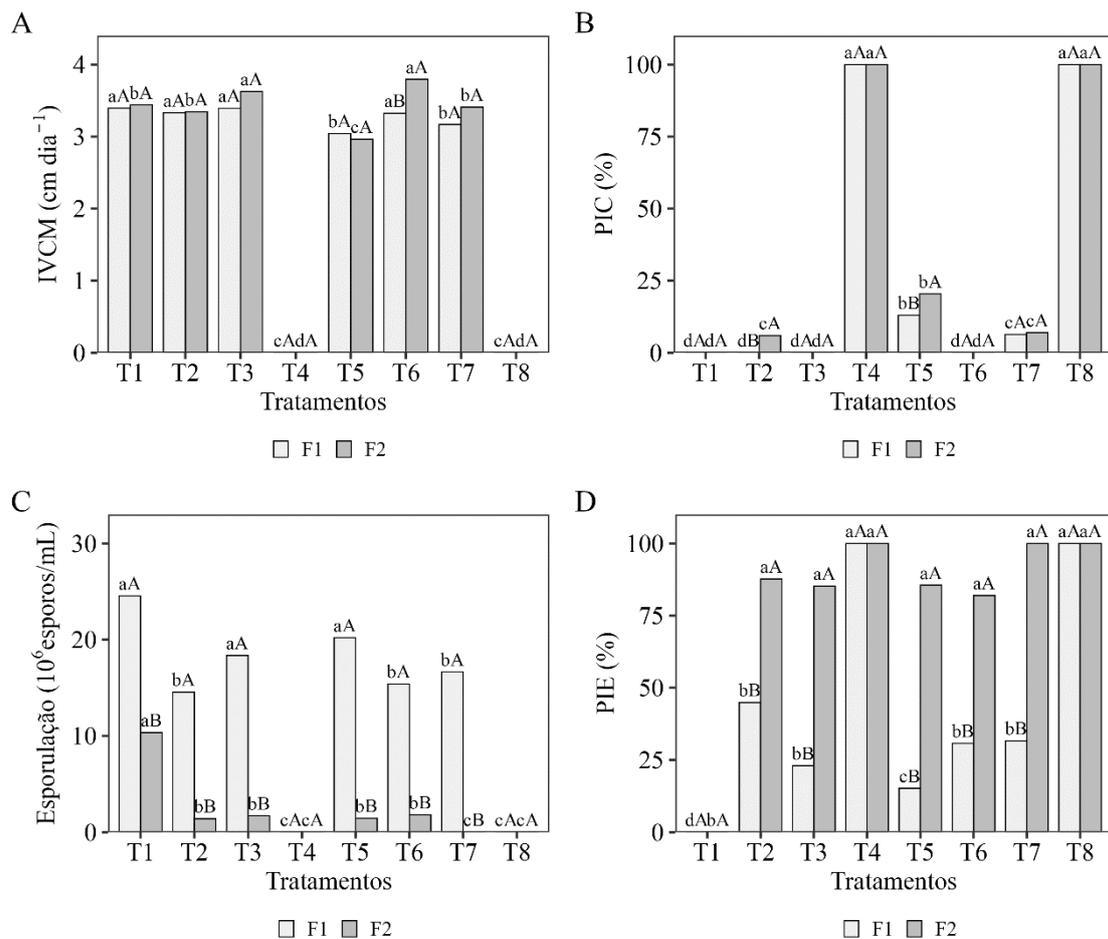


Figura 1. Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), percentual de inibição do crescimento micelial (PIC), esporulação e percentual de inibição da esporulação (PIE) de isolados de *Fusarium*, sob aplicação de produtos à base de Silício. T₁: Testemunha (BDA), T₂: ácido salicílico AS (2 mmol), T₃: Chelal[®] Si (2L/100L, T₄: Rocksil[®] (3g/L), T₅: Agrosilício[®] (3g/L), T₆: Silício Orgânico (100g/100L), T₇: Silicato de Potássio (0,4L/100L) e T₈: Fungicida Tiabendazol (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas (compara tratamentos) e maiúsculas (compara isolados), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Os tratamentos mais eficientes no controle do IVCM de *Fusarium* sp. foram o Rocksil[®] e o Tiabendazol[®], impedindo completamente o crescimento micelial para ambos isolados, apresentando um IVCM de 0 cm dia⁻¹. O tratamento à base de Agrosilício[®], também apresentou um baixo IVCM (3,0 cm dia⁻¹) quando comparado a testemunha 3,4 cm dia⁻¹. Em relação aos isolados, o tratamento com Silício Orgânico reduziu significativamente o crescimento diário apenas para o isolado F1 (Figura 1A).

O Si apresenta um efeito fungitóxico inibindo a germinação de esporos e crescimento micelial fúngico. Essa ação pode estar relacionada ao aumento do pH do meio de cultivo quando em contato com o Si, uma vez que este elemento tem o poder tamponante (LIANG *et al.*, 2005). Em pesquisas realizadas por Elsherbiny (2018), foi observado que doses de Si nas concentrações de 4 e 10 mm diminuiu significativamente o crescimento micelial e formação de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* isolado de cenoura (*Daucus carota*). Marroquín (2019), observou que as concentrações de 1000 e 2000 ppm de Si inibiu em 100% do crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. em *lycopersici*.

Para a variável PIC, foi observado que os tratamentos Rocksil[®] e Tiabendazol[®] apresentaram um percentual de inibição de crescimento de 100% para os dois isolados. Houve interação entre os isolados onde o Agrosilício[®] a apresentou maior potencial de inibição para o isolado F2 (20%). Na esporulação, Rocksil[®] e Tiabendazol[®] inibiram a produção de esporos/mL (0) quando comparados a testemunha, para ambos os isolados. Ao analisar o fator isolado, constata-se alta disparidade entre eles, onde todos os tratamentos reduziram a produção de esporos para o isolado F2, exceto a Testemunha (Figura 1B, C).

Ao se comparar os tratamentos para PIE, observa-se que assim como na esporulação, Rocksil[®] e Tiabendazol[®] foram os mais eficazes, apresentando um percentual de inibição de 100%. O mesmo ocorre na interação entre isolados, sendo os tratamentos AS (87%), Chelal[®] Si (85%), Agrosilício[®] (85%), Silício Orgânico (81%) e Silicato de Potássio (100%) os mais eficientes na inibição de esporulação quando comparados à Testemunha (0%) para o isolado F2 (Figura 1C, D).

A variação na produção de esporos entre isolados submetidos às mesmas condições pode ser atribuída a características intrínsecas do patógeno que apresentam comportamento e produção de compostos diferentes (PRESTON *et al.*, 2021). Existe uma alta variabilidade entre características morfológicas de patógenos, por exemplo, a forma e o tamanho dos conídios, pigmentação e taxa de crescimento da colônia em meio de cultura comum, presença ou ausência de clamidósporos, produção de toxinas, entre outros caracteres (LESLIE; SUMMERELL, 2006).

Dentre as fontes de Si utilizadas o Rocksil[®] destaca-se positivamente em todas as variáveis, reduzindo significativamente a taxa de crescimento micelial, esporulação e severidade de isolados de *Fusarium*. Resultados semelhantes foram relatados por Ribeiro *et al.* (2016), utilizando Rocksil[®] (15 e 30 g/L) no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de mamoeiro (*Carica papaya*) observando que desenvolvimento do patógeno foi inibido em 100%.

A avaliação da patogenicidade mostrou que os dois isolados causaram doenças nas plantas inoculadas, com variados graus de agressividade. Foi observado que houve efeito significativo entre os isolados em função dos tratamentos a base de Si. Rocksil[®] (11,4%), Silicato de Potássio (13,5%) e Tiabendazol[®] (12,7%) reduziram significativamente o índice de doença para o isolado F2 diferindo estatisticamente da Testemunha (18,5%). Para ambos os isolados as plantas não tratadas (Testemunha) apresentaram os maiores índices de doença (Figura 2).

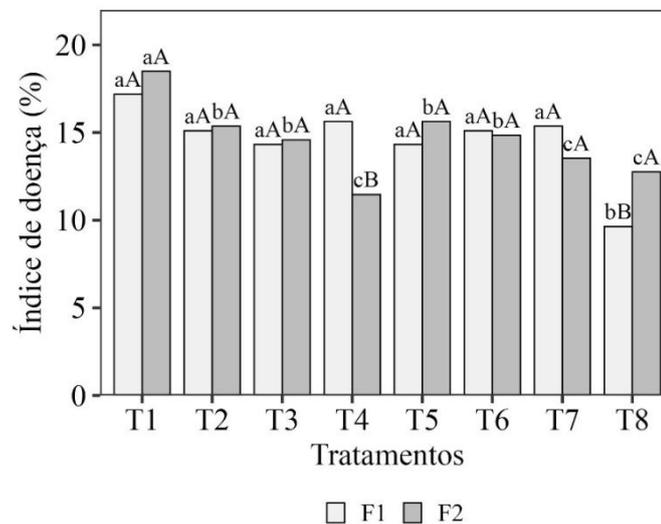


Figura 2. Índice de doença (%) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) aos 40 dias após à aplicação de produtos à base de Silício e inoculação com isolados de *Fusarium* sp. Testemunha (BDA), T₂: Ácido Salicílico AS (2 mmol), T₃: Chelal[®] Si (2L/100L, T₄: Rocksil[®] (3g/L), T₅: Agrosilício[®] (3g/L), T₆: Silício Orgânico (100g/100L), T₇: Silicato de Potássio (0,4L/100L) e T₈: Fungicida Tiabendazol (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas (compara tratamentos) e maiúsculas (compara isolados), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Quanto aos isolados F1 e F2, observa-se interação entre os tratamentos a base de com Rocksil[®] (15,6%), que apresentou o maior índice de doença em plantas infectadas pelo isolado F1, enquanto que no tratamento utilizando-se Tiabendazol[®] foi observado maior índice de doença causado pelo isolado F2 (12,7%) (Figura 2).

As plantas no seu estágio inicial apresentaram diversos sintomas típicos causados por *Fusarium* sp., dentre eles, necrose e podridão da raiz primária, amarelecimento, além de murcha, subdesenvolvimento e morte de plântulas. Os sintomas de murcha foram mais severos na fase inicial de desenvolvimento. Todas as plantas sintomáticas e assintomáticas

foram submetidas ao reisolamento em meio de cultura BDA observando-se estruturas do patógeno (Figura 3).

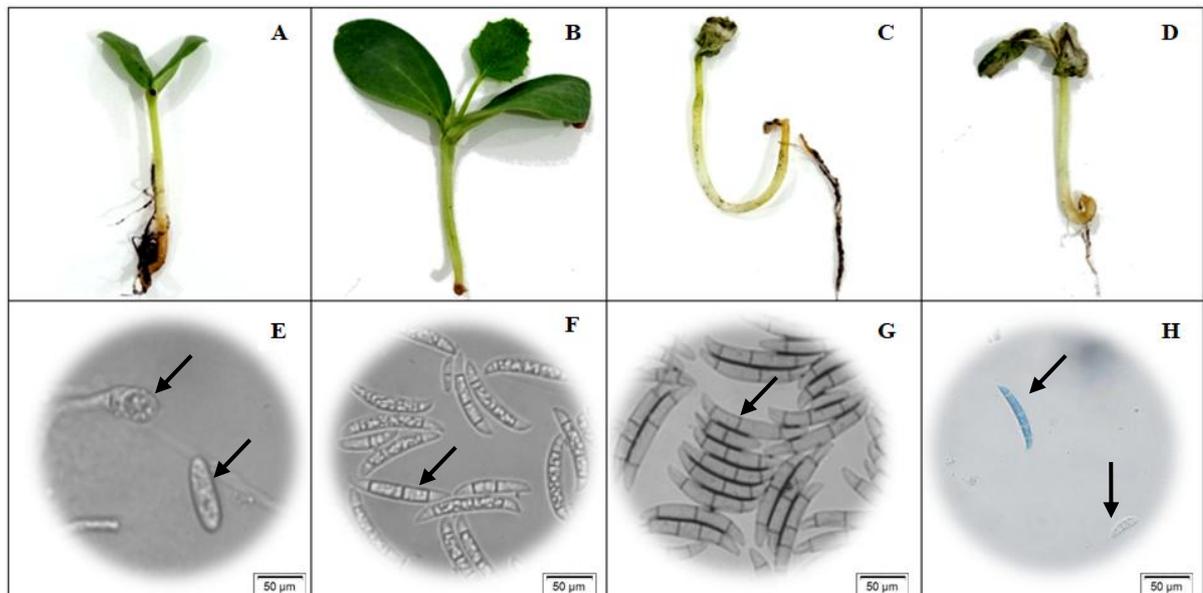


Figura 3. Plântulas de meloeiro amarelo apresentando sintomas de necrose da raiz primária (A); podridão radicular (B); murcha das folhas cotiledonares (C) e morte da plântula (D) causada por *Fusarium* sp.; Clamidósporo terminal (à esquerda), microconídio (à direita) (E) e macroconídios (F) de *Fusarium* sp.; Macroconídios (G e H) e microconídio à esquerda (H) de *Fusarium solani*.

O Si é considerado um elemento que aumenta a resistência das plantas ao ataque de patógenos, pois além do efeito mecânico sobre a penetração dos esporos do patógeno no hospedeiro, está envolvido com o acúmulo de compostos antifúngicos e na ativação de enzimas relacionadas com a defesa e produção de fitoalexinas (RIBEIRO *et al.*, 2016). A eficiência do uso de Si na ação contra patógenos permite reduzir o uso dos fungicidas no manejo convencional, devido ao seu efeito similar ao Tiabendazol[®] na presente pesquisa.

A aplicação de fontes de Si não influenciou na massa seca de folha (MSF) e caule (MSC), número de folhas (NF), comprimento do ramo principal (CRP) e diâmetro do caule (DC) de plantas de meloeiro. Também não foi constatada interação significativa para o fator isolado avaliados, exceto para MSR e CRP (Tabela 1).

A variável MSR apresentou interação entre os isolados e entre os tratamentos utilizados. As plântulas tratadas com AS (8,42 g), Silício orgânico (8,15 g) e o Tiabendazol[®] (6,19 g) apresentaram os menores incrementos na matéria seca de raiz para o isolado 1; enquanto que, para o isolado 2, não se observou efeito significativo (Tabela 1).

Houve interação entre os isolados 1 e 2 para a variável MSR, observando-se que com Agrosilício[®] (14,91 g) e Silicato de Potássio (13,41) ocorreu maior incremento na MSR em plântulas infectadas pelo isolado 1, quando comparado ao isolado 2.

Para MSF não foi observado efeito entre tratamentos e/ou isolados. No entanto, foi observado que, na média geral entre os tratamentos houve um efeito significativo para AS, chelal[®] Si, Agrosilício[®] e Tiabendazol[®] incrementado no peso de massa seca de folhas. Em relação ao CRP, houve interação entre os isolados, com destaque para o isolado 1 (34,43cm) que proporcionou maior comprimento de ramo principal de plântulas (Tabela 1).

Tabela 1. Massa seca de raízes (MSR), folha (MSF) e caule (MSC), número de folhas (NF), comprimento do ramo principal (CRP) e diâmetro do caule (DC) de plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), aos 40 dias após à aplicação de produtos à base de Silício e inoculação comisolados de *Fusarium* sp.

Tratamentos	MSR (g plântula ⁻¹)			MSF (g plântula ⁻¹)		
	Isolado F1	Isolado F2	Média	Isolado F1	Isolado F2	Média
Testemunha	14,32 Aa	13,63 Aa	13,97	8,04	7,67	7,85 b
Ácido Salicílico	8,42 Ab	10,17 Aa	9,30	9,14	8,77	8,96 a
Chelal [®] Si	10,85 Aa	10,01 Aa	10,43	8,88	8,55	8,72 a
Rocksil [®]	12,82 Aa	10,08 Aa	11,45	8,01	7,82	7,91 b
Agrosilício [®]	14,91 Aa	10,92 Ba	12,92	8,32	8,30	8,31 a
Silício Orgânico	8,15 Ab	8,82 Aa	8,49	6,88	8,41	7,65 b
Silicato Potássio	13,41 Aa	7,53 Ba	10,47	7,48	6,53	7,01 b
Tiabendazol [®]	6,19 Bb	9,90 Aa	8,05	7,59	9,48	8,54 a
Média	11,13	10,13		8,04 A	8,19 A	
CV (%)	21,11			13,18		
Tratamentos	MSC (g plântula ⁻¹)			Número defolhas (NF)		
	Isolado F1	Isolado F2		Isolado F1	Isolado F2	
Testemunha	7,46	8,09	7,77 a	6,38	6,00	6,19 a
Ácido Salicílico	8,70	8,51	8,60 a	6,13	5,75	5,94 a
Chelal [®] Si	8,70	9,17	8,94 a	5,50	6,63	6,06 a
Rocksil [®]	8,04	8,15	8,10 a	5,75	5,38	5,56 a
Agrosilício [®]	8,71	8,27	8,49 a	5,88	6,00	5,94 a
Silício Orgânico	8,22	8,58	8,40 a	6,63	5,25	5,94 a
Silicato Potássio	7,85	7,29	7,57 a	6,13	6,13	6,13 a
Tiabendazol [®]	7,82	8,67	8,25 a	5,50	5,88	5,69 a
Média	8,19 A	8,34 A		5,98 A	5,88 A	
CV (%)	13,86			13,59		
Tratamentos	CRP (cm plântula ⁻¹)			DC (mm plântula ⁻¹)		
	Isolado F1	Isolado F2		Isolado F1	Isolado F2	
Testemunha	29,93	33,18	31,55 a	5,49	4,96	5,22 a
Ácido Salicílico	28,28	33,71	30,99 a	5,51	5,13	5,32 a
Chelal [®] Si	30,49	35,61	33,05 a	5,64	5,45	5,55 a
Rocksil [®]	33,98	33,24	33,61 a	5,27	5,65	5,46 a
Agrosilício [®]	33,11	36,59	34,85 a	5,40	5,23	5,32 a
Silício Orgânico	29,48	33,29	31,38 a	5,43	5,44	5,43 a
Silicato Potássio	29,86	35,91	32,89 a	5,22	5,22	5,22 a
Tiabendazol [®]	24,66	33,88	29,27 a	5,47	5,34	5,40 a
Média	29,97 B	34,43 A		5,43 A	5,30 A	
CV (%)	15,85			6,93		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício

Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.

A aplicação de doses de Si (0; 0,3; 0,6; 0,9 e 1,2 g L⁻¹) não influenciou significativamente a altura da planta, diâmetro do caule, área foliar e massa seca das plantas de meloeiro Pele de Sapo, cultivadas em diferentes ambientes (SOARES, 2020).

De acordo com os parâmetros biométricos estudados foi possível observar que o Si não promoveu incrementos nas plantas de meloeiro inoculadas com *Fusarium* sp. Isso pode relacionado à baixa capacidade acumulativa de Si pelas plantas da família Cucurbitaceae, classificadas como acumuladoras intermediárias (0,5 a 1,0% de Si na matéria seca). Enquanto que, plantas que apresentam teores de 1 a 3% na matéria seca são consideradas acumuladoras Si. Além disso, as plantas estavam sob estresse biótico o que interfere no acúmulo de biomassa e desenvolvimento da planta (PRESTON *et al.*, 2021).

Os teores de clorofila a, b, total e relação clorofila *a/b* não apresentaram diferenças entre os tratamentos utilizados. Quando comparados, o teor de clorofila entre isolados observa-se interação significativa para todas as variáveis, exceto para clorofila a (Tabela 2). Todas as plantas submetidas ao isolado F2 apresentaram um aumento no índice de clorofila b e total quando comparado ao isolado F1. Esse resultado pode estar relacionado aos mecanismos de defesa da planta sob condições de estresse, aumentando seu aparato fotossintético (THAKRAL *et al.*, 2021).

O ataque de patógenos resulta em redução da atividade fotossintética, devido a produção de compostos tóxicos que danificam principalmente os tecidos fotossintéticos (clorofila a e clorofila b). Além de reduzir a clorofila que pode ser devida a sua degradação, esses fatores indicam possivelmente os compostos tóxicos atuam como fatores de virulência (DEHGAHI *et al.*, 2015).

A aplicação de silício contribui no incremento da área foliar, teor de clorofila e consequentemente maior atividade fotossintética (ETESAMI; JEONG 2018). No entanto, de forma contrária, no presente estudo a aplicação de diferentes fontes de silício não promoveu efeitos significativos para o índice relativo de clorofila nas plantas de melão amarelo.

Tabela 2. Clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e relação clorofila *a/b*, em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), aos 30 dias após à aplicação de produtos à base de Silício e inoculação com isolados de *Fusarium* sp.

Tratamentos	Clorofila a (ICF)			Clorofila b (ICF)		
	Isolado F1	Isolado F2	Média	Isolado F1	Isolado F2	Média
Testemunha	27,58	26,45	27,01 a	7,03	8,10	7,56 a
Ácido Salicílico	25,64	29,46	27,55 a	6,55	8,12	7,34 a
Chelal [®] Si	28,33	27,75	28,04 a	7,36	8,24	7,80 a
Rocksil [®]	27,21	29,20	28,21 a	6,46	8,25	7,36 a
Agrosilício [®]	26,14	27,40	26,77 a	6,64	8,99	7,81 a
Silício Orgânico	28,55	26,45	27,50 a	6,47	8,80	7,64 a
Silicato Potássio	25,28	28,21	26,74 a	5,23	9,06	7,14 a
Tiabendazol [®]	25,64	28,43	27,03 a	5,76	8,11	6,94 a
Média	26,79 A	27,92 A		6,44 B	8,46 A	

CV (%)	11,53			23,62		
Tratamentos	Clorofila total (ICF)			Clorofila a/b (ICF)		
	Isolado F1	Isolado F2		Isolado F1	Isolado F2	
Testemunha	34,60	34,55	34,58 a	3,99	3,27	3,63 a
Ácido Salicílico	32,19	35,38	33,78 a	3,93	3,70	3,81 a
Chelal [®] Si	35,69	38,33	37,01 a	3,87	3,50	3,68 a
Rocksil [®]	33,68	36,04	34,86 a	4,26	3,99	4,12 a
Agrosilício [®]	32,78	36,39	34,58 a	4,03	3,12	3,58 a
Silício Orgânico	33,74	37,60	35,67 a	4,42	3,12	3,77 a
Silicato Potássio	30,50	35,00	32,75 a	4,87	3,18	4,03 a
Tiabendazol [®]	31,40	35,69	33,54 a	4,50	3,59	4,04 a
Média	33,07 B	36,12 A		4,23 A	3,43 B	
CV (%)	10,59			14,70		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium sp.*

Resultados semelhantes foram encontrados por SOARES (2020), trabalhando com plantas de meloeiro cv. 'Pele de Sapo' cultivadas em diferentes ambientes e submetidas a doses de Si, não houve efeitos significativos para o índice relativo de clorofila nas plantas de meloeiro.

A fluorescência inicial, variável, máxima e eficiência quântica do PSII em plantas de meloeiro em função de diferentes fontes de Si estão dispostas na Tabela 3. A fluorescência inicial e máxima não apresentaram efeitos significativos entre tratamentos, no entanto percebe-se que houve interação entre isolados, ocorrendo um decréscimo dessas variáveis em plantas infectadas pelo isolado F2. Já a eficiência quântica do PSII apresentou um aumento em plantas infectadas pelo isolado F2.

Plantas que apresentam valores de F_v/F_m inferiores a 0,75 elétrons quantum⁻¹ indicam situação de estresse, reduzindo seu potencial fotossintético. Quando ocorre oscilação desses valores dentro da faixa 0,75 e 0,85 elétrons quantum⁻¹ é um indicativo de que o funcionamento do aparelho fotossintético da planta está intacto (THAKRAL *et al.*, 2021). Com isso, nota-se que, apesar do estresse biótico causado por *Fusarium sp.* as plantas de meloeiro conseguiram realizar sua atividade fotossintética sem grandes prejuízos.

Tabela 3. Fluorescência inicial (F_0), variável (F_v), máxima (F_m), eficiência quântica do PSII (F_v/F_m) em plantas de meloeiro (*Cucumis melo L.*), aos 30 dias após à aplicação de produtos à base de silício e inoculação com *Fusarium sp.*

Tratamentos	F_0			F_v		
	Isolado F1	Isolado F2	Média	Isolado F1	Isolado F2	Média
Testemunha	0,218	0,163	0,190 a	0,758	0,756	0,757 a
Ácido Salicílico	0,218	0,160	0,189 a	0,746	0,743	0,744 a

Chelal [®] Si	0,224	0,189	0,207 a	0,755	0,750	0,752 a
Rocksil [®]	0,207	0,198	0,203 a	0,755	0,759	0,757 a
Agrosilício [®]	0,202	0,168	0,185 a	0,745	0,757	0,751 a
Silício Orgânico	0,197	0,205	0,201 a	0,760	0,764	0,762 a
Silicato Potássio	0,191	0,202	0,197 a	0,755	0,757	0,756 a
Tiabendazol [®]	0,210	0,179	0,194 a	0,754	0,765	0,759 a
Média	0,208 A	0,183 B		0,753 A	0,756 A	
CV (%)	15,29			3,13		
Tratamentos	F _m		F _v /F _m			
	Isolado F1	Isolado F2	Isolado F1	Isolado F2		
Testemunha	0,905	0,626	0,766 a	0,842	1,245	1,043 a
Ácido Salicílico	0,859	0,599	0,729 a	0,869	1,255	1,062 a
Chelal [®] Si	0,920	0,706	0,813 a	0,824	1,101	0,962 a
Rocksil [®]	0,815	0,710	0,763 a	0,939	1,118	1,029 a
Agrosilício [®]	0,819	0,653	0,736 a	0,934	1,218	1,076 a
Silício Orgânico	0,824	0,686	0,755 a	0,941	1,180	1,061 a
Silicato Potássio	0,864	0,834	0,849 a	0,881	0,912	0,897 a
Tiabendazol [®]	0,735	0,769	0,752 a	1,097	1,02	1,059 a
Média	0,842 A	0,698 B		0,916 B	1,131 A	
CV (%)	15,64			19,39		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.

O Si funciona como um potencial modulador da defesa do hospedeiro contra patógenos, onde o desempenho fotossintético de algumas culturas foi preservado pela fertilização com Si, como em plantas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) infectadas por *Colletotrichum lindemuthianum* (DEBONA *et al.*, 2017). Alguns parâmetros fotoquímicos associados à fluorescência da clorofila *a*, como o rendimento quântico do fotossistema II (PSII) (F_v/F_m) e a taxa de transporte de elétrons, foram bastante melhorados para plantas de arroz (*Oryza sativa*) infectadas com *Magnaporthe oryzae* cultivadas na presença de Si (TATAGIBA *et al.*, 2016).

Na determinação dos resultados das variáveis, temperatura foliar (TF), concentração de interna de CO₂ (C_i), transpiração (E) e condutância estomática (gs) não foram observadas interações entre os tratamentos utilizados. No entanto, para o fator isolados foi observado efeito significativo em todas as variáveis, exceto para gs. O isolado F2 induziu maior temperatura foliar e maior transpiração de plantas de meloeiro, enquanto o isolado F1 intensificou a concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Tabela 4).

Apesar do estresse causado por *Fusarium* sp., o Si apresenta a capacidade de diminuir a taxa de transpiração, reduzindo a abertura estomática, que por sua vez diminui a taxa fotossintética. A adição de Si no manejo de culturas pode aumentar a vazão de água nos vasos

de xilema e melhorando a eficiência do uso da água, e assim reduzir perdas de água através da transpiração em plantas sob estresse biótico ou abiótico (MAGHSOUDI *et al.*, 2016; THAKRAL *et al.*, 2021).

Tabela 4. Temperatura foliar (TF) (°C), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Ci) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), aos 30 dias após à aplicação de produtos à base de Silício e inoculação com isolados de *Fusarium* sp.

Tratamentos	TF			Ci		
	Isolado F1	Isolado F2	Média	Isolado F1	Isolado F2	Média
Testemunha	33,48	36,96	35,22 a	263,88	234,13	249,00 a
Ácido Salicílico	33,36	37,31	35,34 a	278,38	252,25	265,31 a
Chelal [®] Si	33,14	36,45	34,79 a	269,75	259,63	264,69 a
Rocksil [®]	33,60	37,10	35,35 a	268,63	243,00	255,81 a
Agrosilício [®]	33,10	36,80	34,95 a	275,75	230,25	253,00 a
Silício Orgânico	33,43	36,78	35,10 a	255,38	236,50	245,94 a
Silicato Potássio	33,38	36,74	35,06 a	270,13	247,13	258,63 a
Tiabendazol [®]	33,10	37,03	35,06 a	279,88	240,88	260,38 a
Média	33,32 B	36,90 A		270,22 A	242,97 B	
CV (%)	1,6			10,6		

Tratamentos	E			Gs		
	Isolado F1	Isolado F2	Média	Isolado F1	Isolado F2	Média
Testemunha	2,88	4,12	3,50 a	0,15	0,16	0,16 a
Ácido Salicílico	2,57	4,16	3,37 a	0,13	0,16	0,14 a
Chelal [®] Si	2,63	3,72	3,17 a	0,14	0,14	0,14 a
Rocksil [®]	3,01	4,24	3,62 a	0,16	0,16	0,16 a
Agrosilício [®]	2,99	3,80	3,39 a	0,18	0,14	0,16 a
Silício Orgânico	2,53	4,15	3,34 a	0,13	0,16	0,14 a
Silicato Potássio	2,95	4,23	3,59 a	0,16	0,17	0,17 a
Tiabendazol [®]	3,12	3,83	3,48 a	0,18	0,14	0,16 a
Média	2,84 B	4,03 A		0,15 A	0,15 A	
CV (%)	15,18			22,51		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.

O aumento da temperatura da folha está relacionada ao local da infecção e ao tipo de patógeno envolvido, de acordo com Dong *et al.* (2014), concluíram que a murcha-de-*Fusarium* ocorrem inicialmente nas folhas inferiores, portanto mais próximo de onde se inicia o transporte de água. Ainda foi relatado o aumento da temperatura da folha infectada por

patógenos em plantas de pepino (*Cucumis sativus*) (OERKE *et al.*, 2006), tabaco (*Nicotiana tabacum*) (CHAERLE *et al.*, 2001) e plantas lenhosas (ALDEA *et al.*, 2006).

Para a assimilação líquida de CO₂ (A), eficiência instantânea de uso da água (EUA), eficiência intrínseca de uso da água (EiUA) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) em plantas de meloeiro não foi observada interação entre tratamentos. Para todas as variáveis houve interação significativa entre os isolados (Tabela 5).

Normalmente, quando as plantas são submetidas a algum tipo de estresse elas reduzem a condutância estomática, que implica na redução da fotossíntese, e da transpiração, e consequentemente aumentam a eficiência do uso da água (DALASTRA *et al.*, 2014). No presente estudo, as plantas submetidas ao isolado F2 apresentaram maior eficiência no uso da água em decorrência da infecção.

Nesse sentido, para os dois isolados a gs se manteve constante, mas no isolado F2 houve aumento na taxa assimilação líquida de CO₂. Isso possivelmente ocorreu em decorrência do metabolismo da planta, que mesmo sob ataque de isolados diferentes do patógeno que apresentam níveis de agressividade diferentes consegue realizar fotossíntese, com uma menor abertura estomática e menores CO₂ nos espaços intercelulares, sem comprometer totalmente a eficiência no uso da água (FERRAZ *et al.*, 2012).

Tabela 5. Assimilação líquida de CO₂ (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência instantânea de uso da água (EUA) ($\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), eficiência intrínseca de uso da água (EiUA) ($\text{mmol m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$] em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), aos 30 dias após à aplicação de produtos à base de Silício e inoculação com isolados de *Fusarium* sp.

Tratamentos	A			EUA		
	Isolado F1	Isolado F2	Média	Isolado F1	Isolado F2	Média
Testemunha	9,56	12,96	11,26 a	3,35	3,17	3,26 a
Ácido Salicílico	7,76	12,16	9,96 a	3,02	2,95	2,98 a
Chelal [®] Si	8,62	10,07	9,35 a	3,27	2,69	2,98 a
Rocksil [®]	10,31	12,12	11,22 a	3,45	2,86	3,16 a
Agrosilício [®]	9,68	11,66	10,67 a	3,24	3,06	3,15 a
Silício Orgânico	10,00	12,23	11,11 a	4,03	2,98	3,51 a
Silicato Potássio	9,57	12,13	10,85 a	3,25	2,86	3,05 a
Tiabendazol [®]	10,19	11,77	10,98 a	3,43	3,00	3,21 a
Média	9,46 B	11,89 A		3,38 A	2,95 B	
CV (%)	13,79			18,94		
Tratamentos	EiUA			EiC		
	Isolado F1	Isolado F2		Isolado F1	Isolado F2	
Testemunha	65,23	85,11	75,17 a	0,037	0,056	0,047 a
Ácido Salicílico	60,21	80,62	70,42 a	0,029	0,050	0,040 a
Chelal [®] Si	61,34	69,76	65,55 a	0,033	0,041	0,037 a
Rocksil [®]	65,10	76,53	70,81 a	0,040	0,052	0,046 a
Agrosilício [®]	58,00	76,57	67,29 a	0,036	0,053	0,045 a
Silício Orgânico	71,86	79,01	75,43 a	0,042	0,055	0,048 a

Silicato Potássio	62,28	73,30	67,79 a	0,037	0,050	0,043 a
Tiabendazol [®]	61,70	71,62	66,66 a	0,039	0,052	0,046 a
Média	63,22 B	76,56 A		0,037 B	0,051 A	
CV (%)	18,82			30,48		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.

A eficiência instantânea do uso da água e a eficiência intrínseca do uso da água sofrem alteração (redução) causada pela infecção por *Fusarium*, sugerindo que a murcha, causada pelo patógeno, ocorre devido ao bloqueio vascular, ao invés de ser atribuída a estresse hídrico (MEPSTED *et al.*, 1995; SUN *et al.*, 2017).

A infecção por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* causa diminuição da absorção de água e condutividade hidráulica da raiz/caule de plantas de pepino (SUN *et al.*, 2017). Essa resposta descarta a escassez de água como uma das principais razões para a murcha-de-fusarium, uma vez que, após o ataque de patógenos ocorre o transporte de toxinas resultando no aumento da temperatura foliar devido aos danos causados na membrana.

De acordo com a Tabela 6, é possível observar que não houve interação entre tratamentos e entre isolados para enzima fenilalanina amônia-liase (FAL). No entanto, a atividade da enzima peroxidase ocorreu um aumento considerável em plantas inoculadas com o isolado F1, esse resultado pode ser atribuído a maior capacidade de infecção deste isolado, como foi observado nos resultados para o índice de doença (Figura 2)

A baixa indução da atividade enzimática em mudas de meloeiro amarelo, pode estar relacionada a forma de utilização dos tratamentos a base de Si. Isso evidencia que estas enzimas podem apresentar diferentes padrões de atividade, ou seja, existe uma série de fatores que interferem ou beneficiam a sua atividade, como por exemplo, o tempo de exposição, forma de aplicação e dose utilizada dos produtos (KAVAS *et al.*, 2013).

Tabela 6. Atividade da peroxidase (POD) e fenilalanina amônia-liase (FAL) em plantas de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) inoculadas com *Fusarium* spp., e tratadas com produtos à base de Silício.

Tratamentos	POD			FAL		
	F2	F1	Média	F2	F1	Média
-----UA min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína-----						
Testemunha	0,123	0,540	0,331 a	0,198	0,122	0,160 a
Ácido Salicílico	0,609	0,375	0,492 a	0,115	0,151	0,133 a
Chelal [®] Si	0,637	0,229	0,433 a	0,209	0,192	0,200 a
Rocksil [®]	0,161	0,737	0,449 a	0,197	0,174	0,185 a
Agrosilício [®]	0,244	0,073	0,158 a	0,215	0,136	0,175 a
Silício Orgânico	0,286	0,590	0,438 a	0,174	0,117	0,146 a
Silicato Potássio	0,205	0,044	0,124 a	0,156	0,154	0,155 a

Tiabendazol [®]	0,150	0,115	0,132 a	0,173	0,153	0,163 a
Média	0,302 B	0,338 A		0,179 A	0,150 A	
CV (%)	46,99			20,35		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (não tratada), Ácido salicílico AS (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L) e Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹). Isolado F1: *Fusarium solani* e Isolado F2: *Fusarium* sp.

Diante do exposto, fica evidente que a disponibilidade de Si nas plantas é essencial para a inclusão em um manejo integrado de doenças, além de proporcionar melhorias na qualidade produtiva. Com isso, é possível reduzir o uso de fungicidas sintéticos, e concomitantemente aumentar a resistência da planta hospedeira (ZELLNER *et al.*, 2021).

4. CONCLUSÃO

O Rocksil[®] é eficiente no controle *in vitro* de *Fusarium* sp.;

Rocksil[®] e Silicato de Potássio são eficientes na redução da severidade em plantas de meloeiro amarelo inoculadas com *Fusarium* sp.;

Os produtos à base de Si não induzem maior atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase em plantas de meloeiro amarelo inoculadas com *Fusarium* sp.

5. REFERÊNCIAS

ALDEA, M.; HAMILTON, J. G.; RESTI, J. P. Comparison of photosynthetic damage from arthropod herbivory and pathogen infection in understory hardwood saplings. **Oecologia**, v. 149, p. 221–232, 2006.

ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV. 2016. 516f.

AMBRÓSIO, M. M. Q.; DANTAS, A. C. A.; MARTINEZ-PEREZ, E.; MEDEIROS, A. C.; NUNES, G. H. S.; PICÓ, M. B. Screening a variable germoplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to *Macrophomina phaseolina*. **Euphytica**, v. 206, p. 287-300, 2015.

ANDRADE, D. E. G. T., MICHEREFF, S. J., BIONDI, C. M., NASCIMENTO, C. W. A. SALES JR, R. Frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro e relação com

características físicas químicas e microbiológicas dos solos. **Summa Phytopathologica**, v. 31, p. 327- 333, 2005.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (Noções Básicas)**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.

BRADFORD, M. M. Um método rápido e sensível para quantificação de quantidades de microgramas de proteína utilizando o princípio da ligação proteína-corante. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, London, n.42, 225p. 1939.

CHAERLE, L.; BOEVER, F.; VAN MONTAGU, M.; STRAETEN, V. D. Thermographic visualization of cell death in tobacco and Arabidopsis. **Plant Cell and Environment**, v. 24, p. 15-25, 2001.

CHIKH-ROUHO, H.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, ML; GONZÁLEZ, V.; STA-BABA, R.; GARCÉS-CLAVER, A. *Cucumis melo* L. Germoplasma na Tunísia: fontes inexploradas de resistência à murcha de *Fusarium*. **Horticulturae**, v.7, p. 208, 2021.

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. D. M.; KLOSOWSKI, E. S.; HACHMANN, T. L. Produção e qualidade de três tipos de melão, variando o número de frutos por planta. **Revista Ceres**, v. 63, p. 523-531. 2016

DEBONA, D.; RODRIGUES, F. A.; DATNOFF, L. E. Silicon's role in abiotic and biotic plant stresses. **Annual Review of Phytopathology**, v. 55, p. 85-107, 2017.

DONG, X.; XIONG, Y.; LING, N.; SHEN, Q.; GUO, S. Fusaric acid accelerates the senescence of leaf in banana when infected by *Fusarium*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 30, p. 1399-1408, 2014.

ELSHARBINY, E. A.; TAHER, M. A. O silício induz resistência à podridão pós-colheita de cenoura causada por *Sclerotinia sclerotiorum* e os possíveis mecanismos de defesa. **Postharvest Biology and Technology**, n. 140, p. 11-17, 2018.

ERKILIC, A.; GUVEN, B.; AKGUL, D. S. Effects of some plant cultivators and plant material on rot disease of peanut and pepper caused by *Sclerotium rolfsii*. **Journal of Turkish Phytopathology**, v. 35, n. 3, p. 15-28. 2006.

ETESAMI, H., E JEONG, B. R. Silício (Si): Revisão e perspectivas futuras sobre os mecanismos de ação no alívio de estresses bióticos e abióticos em plantas. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 147, p. 881-896, 2018.

FALKER, Automação agrícola. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre. 2008. 33p.

FERNANDES, L. C. B., ALBUQUERQUE, C. C., JÚNIOR, R. S., OLIVEIRA, F. F. M., GURGEL, E. P., MESQUITA, M. V., SILVA, M. D. S. Fungitoxicity of plant extracts and essential oil of *Lippia gracilis* Schauer on the fungus *Monosporascus cannonballus* Pollack and Uecker. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 2, p. 153-155, 2015.

FERRAZ, R. L. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; NUNES JÚNIOR, E. S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Revista Pesquisa Tropical**, v.42, p.181-188, 2012.

FERRAZ, R.L.S.; MELO, A.S.; SUASSUNA, J.F.; BRITO, M.E.B.; FERNANDES, P.D.; NUNES JÚNIOR, E.S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Revista Pesquisa Tropical**, v.42, p.181-188, 2012.

FLORES-LEÓN, A.; GARCÍA-MARTÍNEZ, S.; GONZÁLEZ, V.; GARCÉS-CLAVER, A.; MARTÍ, R.; JULIAN, C.; SIFRES, A.; PÉREZ-DE-CASTRO, A.; DÍEZ, MJ; LOPEZ, C.; et ai. Enxerto de Melão Cobra [*Cucumis melo* L. subsp. *melo* Var. *flexuosus* (L.) Naudin] na Agricultura Orgânica: Efeitos no Desempenho Agrônômico; Resistência a Patógenos; e Aceitação do Consumidor. **Frente Planta Scienc**, v. 12, p. 613-845, 2021.

GOMES, F. A. L.; ARAÚJO, R. H. C. R.; NÓBREGA, J. S.; FÁTIMA, R. D.; SILVA, M. S.; SANTOS, A. S.; TEODÓSIO, A. E. M. M.; OLIVEIRA, C. J. A. Application of Silicon to Alleviate Irrigation Water Salinity in Melon Growth. **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 25, n.6, p. 1-9, 2018.

GOMES, L. I. S. (2008). **Métodos de inoculação de *Colletotrichum gloeosporioides* e efeitos de óleos essenciais no controle da antracnose em frutos de mamoeiro**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, MG, Brasil.

GONZÁLEZ, V.; GARCÍA-MARTÍNEZ, S.; FLORES-LEÓN, A.; RUIZ, JJ; PICO, MB; GARCES-CLAVER, A. *Neocosmos porakeratoplastica*, um patógeno fusário humano relevante encontrado associado à murcha e podridão radicular de culturas de melão e melancia na Espanha: evidências epidemiológicas e moleculares. **European Journal of Plant Pathology**, n. 156, p. 1189-1196, 2020.

KAVAS, M.; BALOĞLU, M. C.; AKÇA, O.; KÖSE, F. S.; GÖKÇAY, D. Effect of drought stress on oxidative damage and antioxidant enzyme activity in melon seedlings. **Turkish Journal of Biology**, n. 37, p. 491-498, 2013.

LIANG, Y. C.; SUN, W. J.; ROMHELD, V. Efeitos do silício aplicado foliar e radicular no aumento da resistência induzida ao oídio em *Cucumis sativus*. **Patologia vegetal**, n. 54, p. 678-685, 2005.

LUONGO, L.; FERRARINI, A.; HAEGI, A.; VITALE, S.; POLVERARI, A.; BELISARIO, A. Diversidade genética e patogenicidade de raças de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* de diferentes áreas da Itália. **Journal Phytopathology**, n. 163, p. 73-83, 2015.

MAGHSOUDI, K.; EMAM, Y.; PESSARAKLI, M. Efeito do silício nas trocas gasosas fotossintéticas, pigmentos fotossintéticos, estabilidade da membrana celular e teor relativo de água de diferentes cultivares de trigo sob condições de estresse hídrico. **Journal of Plant Nutrition**, v. 39, p. 1001-1015, 2016.

MARROQUÍN, M. R. G. Dissertação (2019). **Evaluación de sustancias bioactivas como alternativa para el manejo de la marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici***. Tese de mestrado, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. 116f.

MENG, X.; MOHAMMED, S. L.; DAWUDA, M.; GAO, X.; WANG, S.; XIE, J.; YU, J. O silício exógeno aumenta a defesa sistêmica de folhas e raízes de pepino contra o estresse de autotoxicidade induzido por CA, regulando o ciclo ascorbato-glutationa e o fotossistema II. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 227, 2021.

MEPSTED, R.; FLOOD, J.; COOPER, R. M. Fusarium wilt of palm II. Stunting as a mechanism to reduce water stress. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, n.46, p. 373-387, 1995.

NICK, C.; BORÉM, A. Melão: do plantio à colheita. I. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2019. 246 p.

OERKE, E.C.; STEINER, U.; DEHNE, H. W.; LINDENTHAL, M. Thermal imaging of cucumber leaves affected by downy mildew and environmental conditions. **Journal of Experimental Botany**, n.57, p. 2121-2132, 2006.

PRESTON, H. A. F.; NASCIMENTO, C. W. A.; PRESTON, W.; NUNES, G. H. S.; LOUREIRO, F. L. C.; MARIANO, L. R. L. Silicon slag increases melon growth and resistance to bacterial fruit blotch. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 43, n. 45075, 2021.

R Core Team (2020). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RIBEIRO, J. G.; SERRA, I. M. R. S.; ARAÚJO, M. U. P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, v.42, n.2, p.160-164, 2016.

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

SUN, Y.; WANG, M.; LI, Y.; GU, Z.; LING, N.; SHEN, Q.; GUO, S. Wilted cucumber plants infected by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* do not suffer from water shortage. **Anais da Botânica**, v.120, n.3, p. 55-62, 2017.

TATAGIBA, S. D.; DAMATTA, F. M.; RODRIGUES, F. A. Silicon partially preserves the photosynthetic performance of rice plants infected by *Monographella albescens*. **Annals of Applied Biology**, v. 168, p. 111-121, 2016.

THAKRAL, V.; JAVAID, A. B.; KUMAR, N.; MYAKA, B.; SUDHAKARAN, S.; SONAH, G. P. H.; DESHMUKH, R. O papel do silício sob condições contrastantes de estresse biótico e abiótico fornece benefícios para o cultivo inteligente do clima. **Botânica Ambiental e Experimental**, v. 189, p. 104-545, 2021.

UYEDA, C. A.; GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H.; FERNANDES, P. D. Produtividade de duas cultivares de meloeiro irrigadas com água de alta e baixa salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p. 318-321, 2021.

VALADARES, R.N.; MELO, R.A.; SARINHO, I.V.; OLIVEIRA, N.S.; ROCHA, F.A.; SILVA, J.W.; MENEZES D. Genetic diversity in accessions of melon belonging to momordica group. **Horticultura Brasileira**, v. 36, p. 253-258, 2018.

ZELLNER, W.; TUBAÑA, B.; RODRIGUES, F. A.; DATNOFF, L. E. Silicon's Role in Plant Stress Reduction and Why This Element Is Not Used Routinely for Managing Plant Health. **Plant Disease**, v. 105, n. 8, p. 2033-2049, 2021.

Capítulo IV

Silício no controle da podridão por *Fusarium* e qualidade pós-colheita em frutos de meloeiro

SILÍCIO NO CONTROLE DA PODRIDÃO POR *Fusarium* E QUALIDADE PÓS-COLHEITA EM FRUTOS DE MELOEIRO

RESUMO

A podridão pós-colheita em melão é um dos principais problemas enfrentados durante a comercialização e exportação de frutos, tem como agente causal *Fusarium* spp. Desta forma, esse estudo objetivou determinar a eficiência de fontes de Silício (Si) na qualidade pós-colheita e no controle de podridão por *Fusarium* em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.). Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Fitopatologia e Melhoramento genético da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. Foram realizadas análises de pós-colheita e teste de patogenicidade em frutos submetidos aos tratamentos: Silicato de Potássio[®] (K₂SiO₃), Silício Bugram[®] (SiO₂), Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Controle (água estéril), e Tiabendazol[®] (400 mL/100L). Foram analisados Peso de frutos; Espessura de casca e polpa; firmeza da polpa; Acidez titulável; Potencial hidrogeniônico; °Brix; Relação SS/AT; Vitamina C. Para a patogenicidade foram confrontados dois isolados de *Fusarium* e a avaliação de severidade foi realizada 20 dias após a inoculação dos frutos através de medição das lesões. Avaliou-se a atividade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase. Para esse experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Com os resultados é possível concluir que as fontes de Si promovem melhorias na qualidade físico-químicas de frutos de meloeiro. Os produtos a base de Si não reduziram a severidade da doença causada por *Fusarium*. O Agrosilício[®] é eficiente na ativação da enzima fenilalanina amônia-liase em frutos de meloeiro.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.; elicitores de resistência; enzimas.

SILICON IN THE CONTROL OF *Fusarium* ROOT AND POSTHARVEST QUALITY IN MELON FRUITS

ABSTRACT

The post-harvest rot in melon is one of the main problems faced during the commercialization and exportation of fruits and has as causal agent *Fusarium* spp. Thus, this study aimed to determine the efficiency of products based on Silicon (Si) in post-harvest quality and in the control of *Fusarium* rot in yellow melon fruits cv. 'El dorado' (*Cucumis melo* L.). The experiments were carried out at the Phytopathology and Genetic Improvement Laboratories of the Federal University of Paraíba (UFPB), CCA, Areia, PB. Post-harvest analyzes and pathogenicity tests were performed on fruits submitted to the treatments (diluted in water): Potassium Silicate® (K₂SiO₃), Silicon Bugram® (SiO₂), Agrosilicon® (3g/L), Rocksil® (3g/L), Salicylic Acid (2 mmol), Chelal® Si (2L/100L), Control (sterile water), and Thiabendazole® (400 mL/100L). Fruit weight; Peel and pulp thickness; pulp firmness; Total titratable acidity; Hydrogen potential; Content of soluble solids; SS/AT ratio; Vitamin C. In the pathogenicity test, two *Fusarium* isolates were confronted and the severity evaluation was performed 20 days after the inoculation of the fruits, measuring the lesion diameter in two perpendicular directions. The activity of the enzymes peroxidase, polyphenoloxidase and phenylalanine ammonia-lyase was evaluated. For this experiment, a completely randomized design was used and the data were submitted to analysis of variance by the F test and the means were compared by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). According to the results obtained, it is possible to conclude that resistance elicitors promote improvements in the physicochemical quality of yellow melon fruits. Si-based products did not reduce the severity of the disease caused by *Fusarium*. Agrosilício® is efficient in activating the enzyme phenylalanine ammonia-lyase in melon fruits.

Keywords: *Cucumis melo* L.; resistance elicitors; post-harvest.

1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma importante cultura hortícola, cultivada em mais de 101 países, apresenta grande expressão econômica e social (FAOSTAT, 2018). No Brasil, é produzido em grande escala, sobretudo na região Nordeste com ênfase aos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco que concentram cerca de 95% da produção nacional (BARROS et al., 2019; PEREIRA et al., 2021). Esse alto rendimento se deve às condições climáticas favoráveis, a utilização de tecnologias, ao uso de sementes melhoradas e a ausência de mosca das frutas (QUEIROGA et al., 2020).

As práticas utilizadas nas áreas de produção juntamente com o monocultivo, contribuem para o aumento de doenças que reduzem a qualidade e quantidade de frutos, acarretando em prejuízos financeiros (CAVALCANTE et al., 2020). Os frutos podem ser infectados por microrganismos na fase pré e pós-colheita e essas infecções ocorrem através de fissuras epidérmicas associadas ao desenvolvimento de frutos, ou através de danos físicos e fisiológicos (LIMA et al., 2021). As infecções latentes são evidenciadas durante a exportação de frutos (que pode durar em média 30 dias), causando perdas em torno de 15% (OSTER et al., 2018).

A podridão em meloeiro é uma das principais doenças da cultura tem como agente causal *Fusarium* spp., capaz de causar sintomas em qualquer parte do fruto, mas comumente incidindo na zona de abscisão do pedúnculo, que pode apresentar podridão seca e firme, coberta por um micélio cotonoso (Wonglom & Sunpapão, 2020). No interior dos frutos as lesões são de coloração marrom, provocando podridão esponjosa e seca (OLIVEIRA et al., 2014; BRUTON & DUTHIE, 1996). Após a infecção ocorrem alterações na aparência, sabor, odor, textura, além de reduzir o valor nutricional e comercial, tornando os frutos inadequados ao consumo (KFOURY et al., 2016).

As doenças pós-colheita normalmente são controladas pelo uso de fungicidas sintéticos, porém em razão de problemas relacionados à toxicidade, desenvolvimento de patógenos resistentes, efeitos nocivos ao meio ambiente e alto custo de aplicação, novos métodos de controle vêm sendo adotados. Nesse contexto, a indução de resistência de frutos à infecção por patógenos através do uso de produtos à base de Silício (Si), é uma das alternativas ecológicas que propicia a substituição da proteção tradicional, podendo ser utilizada em conjunto com outras práticas de manejo integrado de doenças (LI et al., 2012).

O silício apresenta a capacidade de reduzir o impacto de doenças, devido ao aumento da resistência de plantas, seja por meio da formação de barreira física na parede celular ou por alterações em nível bioquímico (MIGLIORINI, 2018). O Si tem efeito fungistático na inibição dos patógenos, atua na indução de reações bioquímicas de defesa incluindo o acúmulo de lignina, compostos fenólicos, e proteínas relacionadas à patogênese (POZZA et al., 2015; SONG et al., 2021). Desta forma, esse estudo objetivou determinar a eficiência de produtos à base de Si, como elicitores de resistência na qualidade pós-colheita e no controle de podridão de *Fusarium* em frutos de meloeiro amarelo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Fitopatologia (LAFIT) e Melhoramento Genético do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB.

2.2. Aquisição e tratamento dos frutos

Para as análises pós-colheita e teste de patogenicidade foram utilizados frutos de melão amarelo cv 'Eldorado' obtidos de plantio comercial localizado no município de Apodi, Rio Grande do Norte. O clima local é quente e seco, com precipitação pluviométrica de 423 mm, e temperaturas de 33°C (máxima) e 29 °C (mínima). Os frutos foram colhidos no estágio de maturação IV (frutos com pedúnculo totalmente rachado), conforme descrição de Menezes et al., (1997).

Os frutos foram lavados em água corrente e sabão neutro, desinfestados com solução de NaClO a 1 % por três minutos, seguido de enxague em água destilada, e secos naturalmente. Após a desinfestação, os frutos foram tratados com diferentes fontes de Si: Silicato de Potássio (K_2SiO_3) (0,4L/100L), Silício (SiO_2) (100g/100L), Agrosilício[®] (3g/L), Rocksil[®] (3g/L), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L). Além do fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹) e a testemunha (apenas água estéril). Todos os tratamentos foram diluídos em água destilada esterilizada (ADE). Os frutos foram imersos nos tratamentos por 5 minutos, sendo incubados sob temperatura de 25 °C \pm 2 por 20 dias.

2.3. Análises pós-colheita

As avaliações físico-químicas foram realizadas em intervalos de 5 dias durante 20 dias, exceto a perda de massa, que foi realizada diariamente. Os tratamentos foram compostos por quatro repetições de dois frutos por tratamento em cada período de avaliação, totalizando 64 frutos por período. Foram avaliados:

Peso de frutos (PF) com auxílio de balança digital semi-analítica e os resultados expressos em porcentagem; Espessura da polpa (EP), onde os frutos foram cortados longitudinalmente ao meio, e a medição realizada com um paquímetro digital, os valores expressos em milímetros (mm); Firmeza da polpa (FP) medida em locais opostos na região equatorial de ambos os lados dos frutos, com penetrômetro digital (Soil control[®]) (ponteira de 8 mm de diâmetro) os resultados foram expressos em Newton (N).

Acidez total titulável (ATT), determinada titulando-se uma alíquota de aproximadamente 10 ml de suco com hidróxido de sódio NaOH (0,1N), sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico; Potencial hidrogeniônico (pH) obtido por meio do pHmetro (Quimis[®]) (AOAC, 1992); Teor de sólidos solúveis (SS), a leitura foi realizada por meio do refratômetro digital (Schmidt Haensch[®], modelo DHR-60) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985); Relação SS/AT (Ratio) foi obtida dividindo-se os valores médios do teor de sólidos solúveis pelas médias da acidez titulável; Vitamina C foi determinada por titulometria de neutralização com

solução de Tillman (2,6 diclorofenolindofenol - DFI), conforme metodologia descrita por Strohecker & Henning (1967).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições de dois frutos cada. A parcela foi constituída por oito tratamentos (Controle - não tratado, Ácido Salicílico, Chelal[®] Si, Rocksil[®], Agrosilício[®], Silício Orgânico[®], Silicato de Potássio[®] e Tiabendazol[®]); as subparcelas, pelos quatro períodos de armazenamento (5, 10, 15 e 20 dias após aplicação dos tratamentos).

2.4. Obtenção dos isolados

Foram utilizados dois isolados de *Fusarium*, sendo um deles o *Fusarium solani* (CML 3946), pertencente a linhagem filogenética (FSSC 3+4) do complexo de espécies *Fusarium solani*. cedido da Coleção Micológica da Universidade de Lavras (CML), UFLA, Lavras-MG. O segundo isolado de *Fusarium* sp. é pertencente ao acervo micológico do LAFIT.

Os isolados foram repicados para placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), apresentando pH 5,5, adicionado de tetraciclina (0,05 g/L), e incubados por 10 dias em estufa incubadora com demanda biológica de oxigênio (BOD) sob temperatura de 28 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas.

2.4.1. Teste de patogenicidade

Os frutos foram submetidos aos tratamentos descritos anteriormente (item 2.2) e após 24 hrs foi realizada inoculação dos isolados de *Fusarium*. Posteriormente, em cada fruto, foram feitos quatro orifícios (3 mm de profundidade) na região próxima ao pedúnculo, utilizando furador de alumínio flambado (6 mm de diâmetro). Sobre cada orifício foi adicionado um disco (6 mm), contendo colônia pura do patógeno voltado para o interior do fruto (Oster et al., 2018). Os frutos foram dispostos em bandejas de poliestireno, mantidos sob câmara úmida com plástico transparente (umidecido) e temperatura de 25 ± 2 °C por 11 dias.

A avaliação de severidade foi realizada 20 dias após a inoculação medindo-se o diâmetro da lesão dos frutos em duas direções perpendiculares. Em posse desses dados foi calculado o Índice de área lesionada (mm). Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 8, sendo dois isolados (PB e RN) vs. oito tratamentos.

2.5. Análises enzimáticas

Foi realizada a análise das enzimas peroxidase (POX) e fenilalanina amônia-liase (FAL), para quais foram utilizados 3,0 g da casca dos frutos homogeneizados em 10 mL de tampão de extração fosfato 0,1M, pH 6,0 maceradas com Nitrogênio líquido, e a suspensão foi centrifugada por 15 minutos a 12000 g coletando-se o sobrenadante.

As reações para determinação da atividade enzimática da POX foram preparadas com a adição de 0,25 mL do sobrenadante ao meio de reação contendo 0,25 mL de guaiacol a 1,7%, 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M, pH 6,0 e 0,25 mL de H₂O₂ a 1,8%. As reações foram monitoradas com auxílio de espectrofotômetro, observando-se a variação da absorbância no comprimento de onda de 470 nm.

Para a determinação da atividade da FAL 0,5 mL do sobrenadante foram transferidos para tubos de ensaio e alíquotas de 1,5 mL de solução tampão TRIS-EDTA 0,01M, pH 8,8, 0,5 mL de solução de fenilalanina (30 μ M) e 0,5 mL de água destilada foram adicionados. Após a incubação em banho-maria a 40 °C, por uma hora, a reação foi paralisada com 2 mL de ácido clorídrico 5M e as leituras espectrofotométricas realizadas a 290 nm.

A prova em branco II foi preparada usando 1,5 mL de solução tampão TRIS 0,01M, pH 8,8, 0,5 mL de extrato enzimático e 1,0 mL de água destilada, para cada amostra. As análises foram realizadas em triplicata. As determinações da quantidade de proteína presente nos referidos extratos foram realizadas pelo método de Bradford (1976). Todos os resultados da atividade das enzimas foram expressos em Unidades de Absorbância (UA) $\text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ de proteína.

Para atividade enzimática em frutos, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 8, sendo dois períodos de armazenamento (5 e 20 dias) versus oito tratamentos.

2.6. Análise estatística

Todos os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk a ($p > 0,05$) para a verificação das normalidades dos resíduos e de Bartlett ($p > 0,05$) para verificação da homogeneidade de variância. Para as variáveis que não atenderam um dos pressupostos (peroxidase e fenilalanina amônia-liase e área lesionada em frutos), os dados foram transformados de acordo como modelo proposto por Box-Cox (1964). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico R[®] (R CORE TEAM, 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na determinação dos resultados da espessura da casca foi observada interação entre os tratamentos com diferentes produtos a base de Si e períodos de armazenamento, sendo os fatores estudados separadamente. Não houve diferença significativa para espessura de polpa entre os fatores estudados (Tabela 1).

Para a espessura de casca foi observado que a Testemunha e Ácido Salicílico diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando os menores valores de espessura nos dois primeiros períodos. No entanto no último período aos 20 dias após o armazenamento, não houve interação significativa entre os tratamentos (Tabela 1).

A espessura de polpa se manteve constante ao longo dos períodos de armazenamento (Tabela 1). Trata-se de uma variável que possibilita estimar e obter o rendimento do fruto, evidenciando maior aproveitamento da parte comestível (Dias et al., 2018). Portanto, pode-se presumir que os tratamentos não afetaram a espessura de polpa dos frutos nas condições testadas.

Tabela 1. Espessura da casca e polpa em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com produtos à base de Silício e avaliados em quatro períodos de armazenamento

Tratamentos	Espessura da casca (mm)				Média
	Períodos de armazenamento				
	5	10	15	20	
Testemunha	3,583 Ac	3,211 Ab	4,036 Aa	3,618 Aa	3,612
Ácido Salicílico	3,731 Ac	3,546 Ab	3,765 Aa	3,759 Aa	3,700
Chelal [®] Si	4,236 Ab	3,435 Bb	3,247 Bb	3,780 Aa	3,675
Rocksil [®]	5,090 Aa	3,454 Bb	3,574 Bb	3,864 Ba	3,996
Agrosilício [®]	5,029 Aa	3,897 Ba	3,980 Ba	3,662 Ba	4,142
Silício Orgânico	5,394 Aa	3,420 Cb	4,091 Ba	3,496 Ca	4,100
Silicato Potássio	4,732 Aa	3,791 Ba	3,936 Ba	3,639 Ba	4,025
Tiabendazol [®]	4,941 Aa	4,277 Ba	4,037 Ba	3,238 Ca	4,123
Média	4,592	3,629	3,833	3,632	
CV (%)					
Tratamentos					9,44
CV (%)					
Períodos					9,79
Tratamentos	Espessura da polpa (mm)				Média
	5	10	15	20	
	5	10	15	20	
Testemunha	24,34	26,34	24,54	27,18	25,60 a
Ácido Salicílico	27,49	27,82	22,81	27,09	26,30 a
Chelal [®] Si	26,77	27,81	25,36	27,10	26,76 a
Rocksil [®]	26,06	26,50	25,36	26,60	26,13 a
Agrosilício [®]	25,91	27,91	24,07	26,88	26,19 a
Silício Orgânico	27,67	28,01	25,42	25,85	26,74 a
Silicato Potássio	25,78	25,69	27,34	26,35	26,29 a
Tiabendazol [®]	27,55	26,21	26,54	28,40	27,17 a
Média	26,45 A	27,04 A	25,18 B	26,93 A	
CV (%)					
Tratamentos					7,92
CV (%)					
Períodos					7,44

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).

Na Tabela 2, encontram-se os atributos de firmeza e perda de massa fresca em frutos de meloeiro amarelo. Após a realização do teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), foi possível observar que houve diferença significativa entre os tratamentos e períodos de armazenamento.

Tabela 2. Firmeza da polpa e perda de massa fresca em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com produtos à base de Silício e avaliados em quatro períodos de armazenamento

Tratamentos	Firmeza da polpa (N)				Média
	Períodos de armazenamento				
	5	10	15	20	
Testemunha	8,969Ab	8,569Aa	9,994Aa	5,356Bc	8,222
Ácido Salicílico	11,073Aa	7,383Bb	8,722Bb	7,842Bb	8,755
Chelal [®] Si	11,388Aa	8,739Ba	7,641Bc	6,512Cc	8,570
Rocksil [®]	9,734Ab	8,984Aa	9,577Aa	8,263Ab	9,139
Agrosilício [®]	7,824Bc	8,475Ba	8,350Bb	9,561Aa	8,553
Silício Orgânico	9,431Ab	7,447Bb	6,220Bd	10,014Aa	8,278
Silicato Potássio	7,008Bc	8,647Aa	6,752Bd	7,662Bb	7,517
Tiabendazol [®]	9,288Ab	9,721Aa	7,824Bc	6,321Cc	8,288
Média	9,339	8,496	8,135	7,691	
CV (%)	9,54				
Tratamentos					
CV (%) Períodos	10,32				
Perda de massa fresca (%)					
Testemunha	0,748Ab	0,807Ab	0,559Ba	0,395Cb	0,627
Ácido Salicílico	0,810Bb	1,061Aa	0,808Ba	0,540Cb	0,805
Chelal [®] Si	0,874Ab	0,811Ab	0,664Ba	0,464Cb	0,703
Rocksil [®]	0,954Aa	0,799Bb	0,717Ca	0,590Ca	0,765
Agrosilício [®]	0,730Ab	0,614Ab	0,622Aa	0,458Bb	0,606
Silício Orgânico	0,859Ab	0,669Bb	0,790 Aa	0,709Ba	0,757
Silicato Potássio	0,976Aa	0,818Bb	0,669Ca	0,500Db	0,741
Tiabendazol [®]	1,048Aa	0,765Bb	0,729Ba	0,450Cb	0,748
Média	0,875	0,793	0,695	0,513	
CV (%)	25,56				
Tratamentos					
CV (%) Períodos	13,02				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).

Frutos de meloeiro tratados com Ácido Salicílico e Chelal[®] Si apresentaram os maiores valores de firmeza, com médias de 11,073 e 11,388 N, respectivamente aos 5 dias de armazenamento. Observou-se que o uso de diferentes produtos a base de Si apresentou efeito variável para a firmeza em função dos períodos de armazenamento. De forma geral, a menor firmeza dos frutos foi constatada aos 20 dias para todos os tratamentos, exceto para os frutos tratados com Rocksil[®] e Agrosilício[®] (Tabela 2).

Conforme os resultados da Tabela 2, Rocksil[®] e Agrosilício[®] possivelmente retardaram o amadurecimento dos frutos, conferindo maior firmeza ao longo do período de armazenamento. Sabe-se que manutenção da firmeza da polpa é considerada fator essencial, pois frutos mais firmes são mais resistentes a danos mecânico durante o transporte e a comercialização, garantindo maior conservação e vida útil pós-colheita. Essa característica é comumente influenciada pelo amadurecimento dos frutos, práticas de manejo pós-colheita e pelo material vegetal (AROUCHA et al., 2018).

Analisando a firmeza da polpa de diferentes cultivares de meloeiro ‘Goldex’ e ‘Iracema’ em relação à aplicação de Crop Set[®], Aroucha et al. (2018), observaram que não houve diferença significativa entre as cultivares e o tratamentos, registrando firmeza de 13,34 (‘Goldex’) e 12,12 N (‘Iracema’) aos 35 dias de armazenamento. Na presente pesquisa, foram encontrados resultados inferiores, apesar do período de armazenamento ser menor. Esses valores de firmeza podem estar relacionados a cultivar de melão, pois resultados semelhantes foram descritos por Oliveira (2020), que constatou firmeza de 11,76 N em melão amarelo ‘Eldorado’ submetidos a cores diferentes do agrotêxtil e tempos de exposição.

Conforme os períodos de armazenamento dos frutos observaram-se diferenças entre os tratamentos e os dias armazenados. A perda de massa fresca aumentou em função do tempo de armazenamento, aos 20 DAT foi observado que os frutos tratados com Rocksil[®] e Silício orgânico apresentaram menor perda de massa (Tabela 2). A redução gradual na perda de peso dos frutos pode estar relacionada a um possível aumento de produtos resultantes da degradação da parede celular, ocasionada pela ação das enzimas degradativas pectina metil esterase e poligalacturonase (CAVALINI et al., 2015).

Os resultados obtidos, no presente trabalho, corroboram com os de Veras et al. (2019), que observaram redução da firmeza da polpa de melão ‘Galia’ de forma acentuada nos primeiros 14 dias de armazenamento sob temperatura de 7 a 11 °C (normal). Os mesmos autores relatam que aos 21 dias os frutos mantidos sob temperatura normal apresentaram firmeza de 9,48 e 3,05 N. A perda de firmeza está relacionada diretamente a perda de massa fresca do fruto é um indicativo de qualidade na vida útil pós-colheita principalmente para melões climatéricos, que com a degradação da parede celular perdem água e apresentam-se murchos, perdendo o valor de mercado (SOUSA et al., 2019).

Para acidez titulável e potencial hidrogeniônico (pH) observaram-se diferenças ($p \leq 0,05$) entre tratamentos e períodos de armazenamento. Em relação a acidez titulável, ocorreu variação estatística entre os tratamentos, apenas no segundo período (10 dias) de avaliação, exceto para frutos da Testemunha e tratados com Ácido Salicílico e Silício Orgânico, que apresentaram diminuição no teor de acidez titulável (Tabela 3).

Tabela 3. Acidez titulável, potencial hidrogeniônico (pH) e teor de sólidos solúveis em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com produtos à base de Silício e avaliados em quatro períodos de armazenamento

Tratamentos	Acidez titulável (g 100 g ⁻¹)				Média
	Períodos de armazenamento				
	5	10	15	20	
Testemunha	0,092Aa	0,088Ab	0,106Aa	0,114Aa	0,100

Ácido Salicílico	0,082Aa	0,119Ab	0,103Aa	0,116Aa	0,105
Chelal [®] Si	0,077Ba	0,135Aa	0,090Ba	0,097Ba	0,100
Rocksil [®]	0,082Ba	0,140 Aa	0,127Aa	0,120Aa	0,117
Agrosilício [®]	0,072Ca	0,152Aa	0,111Ba	0,127Ba	0,116
Silício Orgânico	0,088Aa	0,118Ab	0,113Aa	0,127Aa	0,112
Silicato Potássio	0,093Aa	0,128Aa	0,114Aa	0,108Aa	0,111
Tiabendazol [®]	0,093Ba	0,145Aa	0,126Aa	0,098Ba	0,115
Média	0,085	0,128	0,111	0,113	
CV (%)	21,77				
Tratamentos					
CV (%) Períodos	18,90				
pH					
Testemunha	6,739Cb	7,086Aa	6,924Ba	6,899Ba	6,912
Ácido Salicílico	6,655Bb	6,849Ab	6,903Aa	6,938Aa	6,836
Chelal [®] Si	6,723Bb	6,694Bb	6,933Aa	6,986Aa	6,834
Rocksil [®]	6,653Bb	6,699Bb	6,701Bb	6,909Aa	6,740
Agrosilício [®]	6,838Aa	6,580Bb	6,799Ab	6,919Aa	6,784
Silício Orgânico	6,874Aa	6,696Ab	6,808Ab	6,864Aa	6,810
Silicato Potássio	6,685Ab	6,761Ab	6,839Aa	6,814Aa	6,775
Tiabendazol [®]	6,713Bb	6,639Bb	6,710Bb	6,958Aa	6,755
Média	6,735	6,750	6,827	6,911	
CV (%)	1,08				
Tratamentos					
CV (%) Períodos	1,73				
Teor de sólidos solúveis (°Brix)					
Testemunha	8,275	10,238	7,813	10,200	9,131 a
Ácido Salicílico	8,238	10,338	9,125	9,850	9,388 a
Chelal [®] Si	7,675	10,213	9,313	8,675	8,969 a
Rocksil [®]	9,025	9,513	9,750	8,663	9,238 a
Agrosilício [®]	9,550	9,625	8,725	9,975	9,469 a
Silício Orgânico	10,600	8,638	8,950	8,838	9,256 a
Silicato Potássio	9,088	9,100	9,388	8,088	8,916 a
Tiabendazol [®]	8,750	9,713	8,775	9,600	9,209 a
Média	8,900 A	9,672 A	8,980 A	9,236 A	
CV (%)	18,40				
Tratamentos					
CV (%) Períodos	14,39				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).

As fontes de Si utilizadas influenciaram significativamente no teor da acidez titulável (Tabela 3). Houve aumento gradativo nos teores de acidez em função dos períodos de armazenamento. O maior valor de acidez constatado foi de 0,127%. Os resultados obtidos estão de acordo com as quantidades de ácido cítrico observados em melões, que variam de 0,05 a 0,35% do ácido cítrico (COSTA et al., 2004).

A AT tende a baixar durante o armazenamento de frutos, isso ocorre devido a uma série de eventos metabólicos inerentes ao amadurecimento, durante a respiração (PITRAT, 2017). A diminuição da acidez resulta em melões mais doces, o que não ocorreu durante a condução deste trabalho.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2013), que verificaram que a aplicação de Si, seja via solo ou foliar, promoveu aumento de 3 a 24% na AT em morango (*Fragaria* spp.) em relação ao tratamento controle. Esses resultados indicam que provavelmente os tratamentos a base de Si exercem influência positiva na qualidade dos frutos de melão amarelo.

Para o pH os tratamentos apresentaram diferença significativa em todos os períodos de armazenamento, exceto para o quarto período, mantendo os valores constantes em função dos tratamentos. Entre os períodos de avaliação foi constatado que os maiores valores foram quantificados aos 15 e 20 dias (Tabela 3). Comumente o melão apresenta alto pH (acima de 6,0), e conseqüentemente baixa acidez (NICK & BOREM, 2019), corroborando com os resultados dessa pesquisa.

Ao analisarem o pH de cinco cultivares de meloeiro, Carmo et al. (2017), observaram que os valores médios de pH não se apresentaram significativamente diferentes entre os frutos analisados, onde variaram entre 5,09 e 5,56. Esses valores são inferiores aos obtidos na presente pesquisa. A acidez regular é um fator relevante para a vida útil pós-colheita de frutos de meloeiro, resultando em alimentos menos suscetíveis à deterioração com o crescimento de microrganismos e atividade das enzimas (CECCHI, 2003).

Para o teor de sólidos solúveis (°Brix), não ocorreu alteração estatística em respostas aos tratamentos e aos períodos de avaliação, com valores variando de 8,9 a 9,6 °Brix (Tabela 3). Os frutos do grupo *inodorus* apresentam teor de açúcar que varia entre 8 e 12° Brix, e é um dos atributos mais importantes para comercialização, sendo indicativo de qualidade dos frutos (PITRAT, 2017).

Alguns frutos não climatéricos quando colhidos, podem elevar a concentração inicial de açúcar em decorrência do metabolismo dos polissacarídeos da parede celular. Para o melão, a quantidade de açúcar representa mais de 90% do °Brix podendo ser determinado em função do tempo que o fruto permanece ligado a planta. Esse comportamento não foi observado no presente trabalho, pois o teor de açúcares se manteve constante (AROUCHA et al., 2018), sugerindo que os produtos a base de possivelmente reduziram o processo respiratório dos frutos, evitando a diminuição de sólidos solúveis durante o período de armazenamento.

Observou-se interação significativa para tratamentos e progressiva diminuição da relação SS/AT nos últimos períodos de armazenamento (15 e 20 dias). No primeiro período a razão SS/AT mais alta foi verificada em frutos tratados com Agrosilício® e Silício Orgânico. Aos 15 e 20 dias não houve diferença significativa entre tratamentos (Tabela 4).

Os sólidos solúveis, juntamente com acidez titulável, são utilizados como parâmetros de referência do grau de maturação, que diminuem ao longo do tempo em virtude da utilização dos ácidos orgânicos no processo respiratório, aumentando à medida que ocorre a maturação dos frutos. A razão SS/AT indica o grau de doçura de um fruto, evidenciando o sabor predominante, seja ele doce ou ácido (CHITARRA & CHITARRA, 2005; SOUSA et al., 2019).

Tabela 4. Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e vitamina C em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.), tratados com produtos à base de Silício e avaliados em quatro períodos de armazenamento.

Tratamentos	SS/AT				Média
	Períodos de armazenamento				
	5	10	15	20	
Testemunha	100,34Ab	115,82Aa	73,61Ba	90,77Ba	95,13
Ácido Salicílico	100,66Ab	87,42Ab	91,08Aa	86,77Aa	91,48
Chelal [®] Si	103,87Ab	75,92Ab	109,06Aa	90,63Aa	94,87
Rocksil [®]	114,37Ab	68,89Bb	79,12Ba	73,98Ba	84,09
Agrosilício [®]	135,51Aa	63,56Bb	79,22Ba	78,82Ba	89,28
Silício Orgânico	127,20Aa	74,49Bb	80,99Ba	70,38Ba	88,26
Silicato Potássio	100,46Ab	71,36Ab	82,89Aa	75,98Aa	82,67
Tiabendazol [®]	96,43Ab	66,48Bb	70,92Ba	102,45Aa	84,07
Média	109,85	77,99	83,36	83,72	
CV (%)					
Tratamentos					21,48
CV (%) Períodos					21,36
Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)					
Testemunha	0,240	0,338	0,259	0,088	0,231 a
Ácido Salicílico	0,189	0,251	0,157	0,147	0,186 a
Chelal [®] Si	0,157	0,265	0,224	0,123	0,192 a
Rocksil [®]	0,166	0,240	0,134	0,134	0,169 a
Agrosilício [®]	0,158	0,216	0,229	0,170	0,193 a
Silício Orgânico	0,239	0,270	0,218	0,132	0,215 a
Silicato Potássio	0,173	0,239	0,206	0,140	0,190 a
Tiabendazol [®]	0,172	0,237	0,226	0,239	0,218 a
Média	0,187 B	0,257 A	0,207 B	0,147 C	
CV (%)					
Tratamentos					47,47
CV (%) Períodos					40,36

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).

A relação SS/TA de frutos de meloeiro cv ‘Iracema’ foi maior (111,83) após 14 dias e menor (95,61) após 21 dias de armazenamento. Para frutos da cv. ‘Goldex’, a razão SS/TA foi mais alta no tempo zero (139,29) e 127,07 após 35 dias (AROCHA et al., 2019). Isso indica que, quanto maior for a razão entre SS/TA maior será qualidade dos frutos.

Na Tabela 4, observa-se que não houve efeito entre tratamentos, no entanto houve interação para os períodos de armazenamento. A vitamina C aumentou até o décimo dia após o armazenamento, no entanto apresentou degradação significativa aos 15 e 20 dias. Essa redução pode está ligada ao processo natural de senescência do fruto, ocasionando a oxidação do ácido ascórbico que tende a diminuir, devido a ação de enzimas oxidantes e em função do consumo energético para que elas se mantenham conservadas (SOUSA et al., 2019).

Comportamento semelhante foi encontrado por Sousa et al. (2019), que verificaram diminuição de 40,80% da vitamina C durante o armazenamento de melão cantaloupe. Sami et al. (2021), também observaram que ocorreu aumento no teor de vitamina C em melões até o 8º dia de armazenamento, tendo progressiva diminuição durante a avaliação devido à diminuição da taxa de respiração e redução do oxigênio (TREVINO-GARZA et al., 2019).

Para a severidade da doença, observa-se que não houve diferença significativa, entre os tratamentos utilizados, apresentando interação significativa apenas para o fator ‘isolados’ (Figura 1).

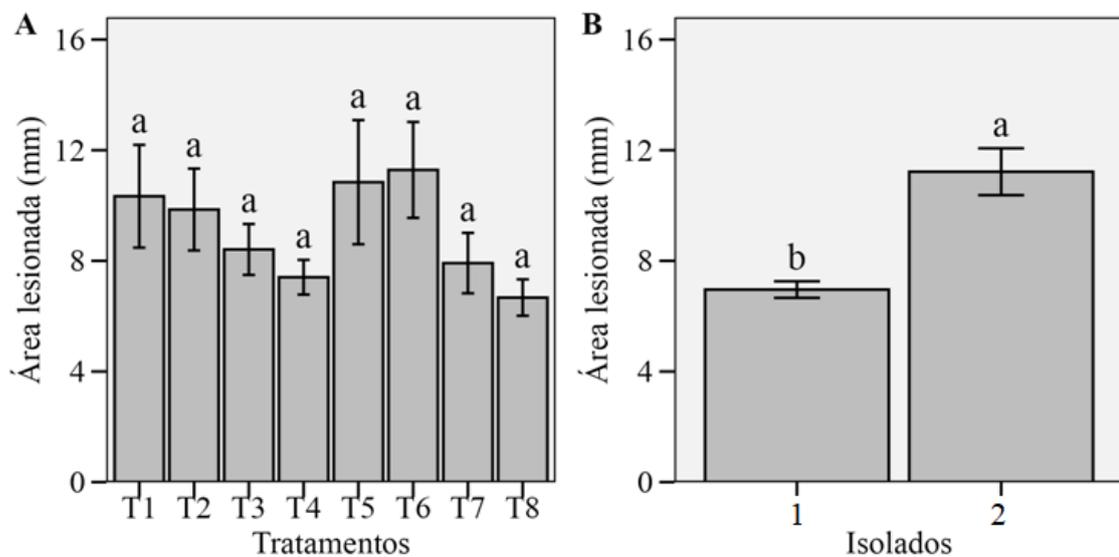


Figura 1. Área lesionada em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) inoculados com duas espécies de *Fusarium* e tratados com elicitores de resistência. Isolado 1- *Fusarium* sp. e Isolado 2- *Fusarium solani*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). T1: Testemunha (água estéril), T2: Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), T3: Chelal[®] Si (2L/100L), T4: Rocksil[®] (3g/L), T5: Agrosilício[®] (3g/L), T6: Silício Orgânico (100g/100L), T7: Silicato de Potássio (0,4L/100L), T8: Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).

As duas espécies de *Fusarium* causaram podridão em todos os frutos avaliados, apresentando níveis de agressividade variável nos frutos de meloeiro amarelo (cv. ‘Eldorado’). O isolado 2, caracterizado por *F. solani* (FSSC) causou maior severidade dos sintomas

(Figura 1B). A variação no grau de severidade de uma espécie de *Fusarium* pode estar conectada a origem evolutiva distinta das espécies e através de vários eventos de especiação nesses fungos (MA et al., 2010; MALIHIPOUR & GILBERT, 2012).

Na Figura 2, frutos de meloeiro expressaram sintomas de apodrecimento a partir da inoculação dos dois isolados de *Fusarium*. É possível observar maiores lesões em frutos infectados com *F. solani*, além de algumas características morfológicas das duas espécies utilizadas, como presença de macroconídios, microconídios e estruturas de resistência.

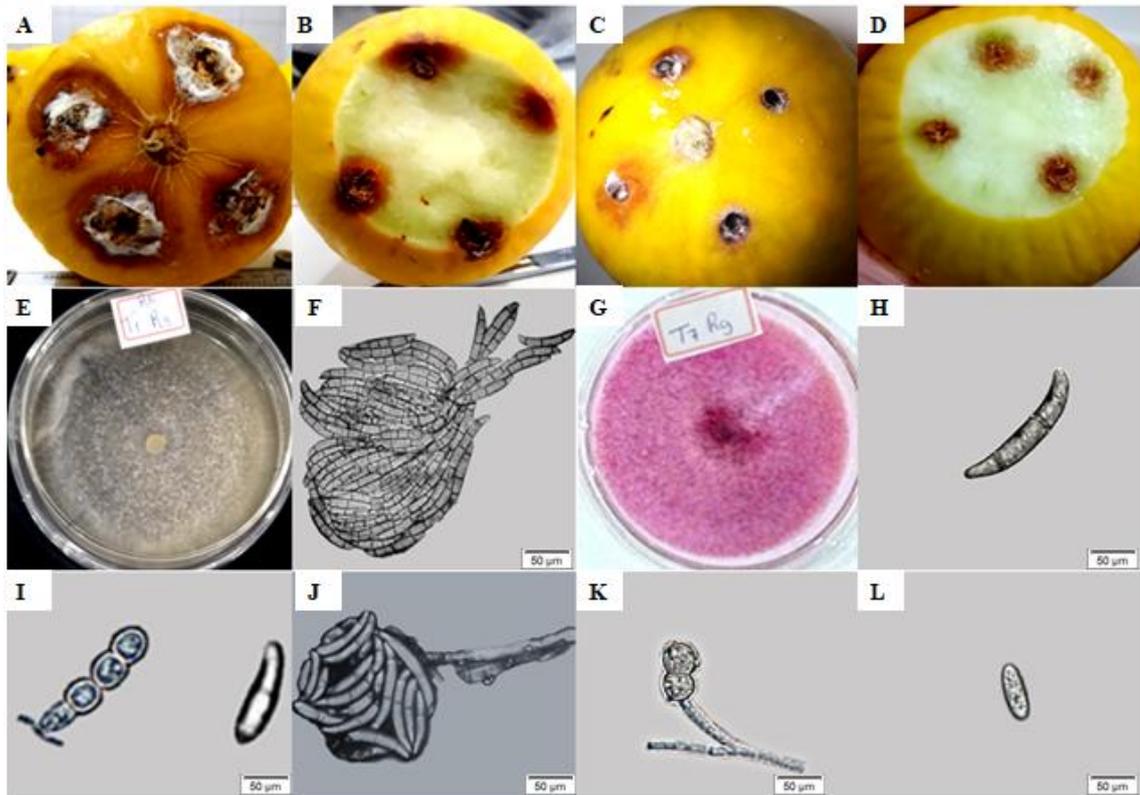


Figura 2. Sintomas externos (A) e internos (B) em frutos de meloeiro amarelo causados por *Fusarium solani*; Sintomas externos (C) e internos (D) causados por *Fusarium* sp.; Coloração dactolônia (E) e Macroconídio (F) do *F. solani*; Coloração da colônia (G) e Macroconídio de *Fusarium* sp. (H); Clamidósporos em cadeias à esquerda, microconídio à direita (I) e monofiálide produzindo macronídios sobre falsa cabeça (J) de *F. solani*; Clamidósporo verrugosoterminal (K) e microconídio (L) de *Fusarium* sp.

O híbrido de meloeiro utilizado na presente pesquisa apresenta casca lisa, sem aberturas naturais, e essas características dificultam a penetração do *Fusarium*. Nesse contexto, a patogenicidade pode ser afetada por fatores complexos incluindo estágio de crescimento do híbrido e variedade, bem como, características referentes à morfologia dos frutos (casca lisa ou rendilhada) que podem agir diretamente na penetração dos patógenos, facilitando a sua colonização e provocando maior severidade nos frutos (ZHAO et al., 2014; ARAÚJO et al., 2021).

Em teste de patogenicidade, Wonglom & Sunpapão (2020), observaram a ocorrência de podridão e crescimento de micéliocotonoso nos frutos de melão rendilhado (*Cucumis melo*

var. *reticulatus*), infectados por *F. incarnatum*, resultando em infecção de 100% em frutos inoculados artificialmente. Apesar de ser espécie diferente da utilizada na presente pesquisa foram descritos os mesmos sintomas, sugerindo a possível natureza infecciosa desse grupo de patógenos.

A partir dos resultados desta pesquisa é possível entender a interação entre espécies de *Fusarium* que causam podridão pós-colheita em meloeiro inclusive a espécie *F. solani*, tendo em vista que existe relato de cinco espécies causando podridão em melão no Brasil, sendo: *F. falciforme*, *F. sulawesiense*, *F. pernambucanum*, *F. kalimantanense*, *Fusarium* sp. (ARAÚJO et al., 2021). Essas informações auxiliam na escolha do híbrido utilizado em áreas de cultivo onde ocorre maior incidência de inóculo deste patógeno.

Atividade da enzima POD se manteve constante, indicando que não ocorreu interação significativa entre tratamentos e períodos avaliados; enquanto que a PAL diferiu estatisticamente entre tratamentos e dias avaliados, apresentando alta atividade aos 20 dias após o tratamento (Tabela 5).

Tabela 5. Atividade da peroxidase (POD) e fenilalanina amônia-liase (FAL) em frutos de meloeiro amarelo (*Cucumis melo* L.) inoculados com *Fusarium* e tratados com produtos à base de silício.

Tratamentos	POD		Média	FAL		Média
	5 (dias)	20 (dias)		5 (dias)	20 (dias)	
-----UA min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína-----						
Testemunha	52,902	45,153	49,027 a	0,093 Aa	0,078Ab	0,085
Ácido Salicílico	53,056	53,133	53,094 a	0,075 Aa	0,044Ab	0,060
Chelal [®] Si	72,826	61,167	66,996 a	0,083 Aa	0,102Ab	0,092
Rocksil [®]	66,016	43,571	54,793 a	0,098 Aa	0,111Ab	0,104
Agrosilício [®]	56,815	73,524	65,169 a	0,062 Ba	0,188Aa	0,125
Silício Orgânico	71,701	42,993	57,347 a	0,041 Ba	0,115Ab	0,078
Silicato de Potássio	47,168	40,596	43,882 a	0,086 Aa	0,108Ab	0,097
Tiabendazol [®]	36,402	59,842	48,122 a	0,082 Aa	0,123Ab	0,102
Média	57,111 A	52,497 A		0,078 B	0,108 A	
CV (%)	34,98			45,19		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (água estéril), Ácido Salicílico (AS) (2 mmol), Chelal[®] Si (2L/100L), Rocksil[®] (3g/L), Agrosilício[®] (3g/L), Silício Orgânico (100g/100L), Silicato de Potássio (0,4L/100L), Fungicida Tiabendazol[®] (400 ml/100 L⁻¹).

Na primeira avaliação, aos 5 dias após os tratamentos, a enzima FAL apresentou baixa atividade, não diferindo entre os tratamentos. Na segunda avaliação (20 dias) observou-se aumento gradativo da sua atividade, com destaque para Agrosilício[®] que induziu maior atividade enzimática quando comparado à testemunha (Tabela 5). A PAL é considerada a principal enzima na via do metabolismo dos fenilpropanóides. É a enzima chave responsável pela síntese de vários compostos secundários relacionados à defesa, como fenóis e lignina (WANG et al., 2020).

A resistência de plantas a doenças está intimamente ligada com a atividade que a enzima FAL, exerce na via metabólica do fenilpropanóide. Essa via atua, desempenhando funções importantes nos mecanismos de defesa da planta via efeitos tóxicos diretos e a deposição ativa e rápida de barreiras, como a lignina (Ballester, et al., 2006). Conforme descrito por Hovhannisyan et al. (2011), o trigo (*Triticum* spp.) quando infectado com oídio, não apresenta interação na atividade da FAL no estágio inicial da infecção. Com o passar do tempo de infecção a atividade da FAL aumenta gradativamente. Desempenho semelhante foi observado na presente pesquisa.

Xue et al. (2022), trabalhando com *C. melo* L. cv. Manao tratados com silicato de sódio ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) a 50 mmol/L, observaram que os tratamentos com Si aumentaram a atividade da PAL (analisada aos 5 e 50 dias após os tratamentos) e foi consideravelmente maior do que na Testemunha, atingindo uma diferença de 57% no 5º dia. Esses resultados corroboram com os da presente pesquisa, indicando o possível efeito do Si na indução de resistência contra patógenos pós-colheita.

4. CONCLUSÃO

Os tratamentos à base de Si promovem melhorias na qualidade físico-químicas de frutos de meloeiro amarelo e não reduzem a severidade da doença causada por *Fusarium*;

O Agrosilício[®] é eficiente na ativação da enzima fenilalanina amônia-liase (FAL) em frutos de meloeiro amarelo.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. B. M., MOREIRA, G. M., NASCIMENTO, L. V., NOGUEIRA, G. A., NASCIMENTO, S. R. C., PFENNING, L. H., & AMBRÓSIO, M. M. Q. (2021). *Fusarium* rot of melonis caused by several *Fusarium* species. **Plant Pathology**, 70, 712-721.

AROCHA, E. M., SOUSA, C. M., MEDEIROS, J. F., GLÊIDSON, B., NASCIMENTO, I. B., & ARAÚJO, N. O. (2018). Aplicação pré-colheita de bioestimulante vegetal na qualidade e vida de prateleira do melão amarelo (*Cucumis melo* L.). **Journal of Agricultural Science**, 10 (2), 252.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. (1992). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. (11th ed., 1115p). Washington: AOAC.

BALLESTER, A. R., LAFUENTE, M. T., & GONZÁLEZ-CANDELAS, L. (2006). Estudo espacial das enzimas antioxidantes, peroxidase e fenilalanina amônia-liase na interação com *Penicillium digitatum* em frutas cítricas. **Biologia e Tecnologia Pós-colheita**, 39 (2), 115-124.

BARROS, V. S., SANTOS, T. L., SILVA, E. O., SOUSA, J. A., & FIGUEIRÊDO, M. C. B. (2019). Agronomic and environmental performance of melon produced in the brazilian semiarid region. **Revista Caatinga**, 32 (4), 877-888.

BOX, G. E., & COX, D. R. (1964). Ananalysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)**, 26 (2), 211-243.

BRADFORD, M. M. (1976). Um método rápido e sensível para quantificação de quantidades de microgramas de proteína utilizando o princípio da ligação proteína-corante. **Analytical Biochemistry**, 72, 248-254.

BRUTON, B. D., & DUTHIE , J.A. (1996). Fusarium rot. In: ZITTER, TA, HOPKINS, DL, & THOMAS , C . E .(Eds .), **Compendium of cucurbitdiseases**. (pp. 50 -51).

CARMO, I. D. S., FERREIRA, R. D. S., SOUZA, J. T. A., FIGUEREDO, L. F., & MEDEIROS, R. D. (2017). Produção e qualidade de cultivares de melão em Savana de Boa Vista, Roraima. **Revista Agropecuária Técnica**, 38 (2), 78-83.

CAVALCANTE, A. L. A, NEGREIROS, A. M. P., TAVARES, M. B., BARRETO, S., ARMENGOL, J., & SALES JÚNIOR, R. (2020). Characterization of Five New *Monosporascus* Species: Adaptation to Environmental Factors, Pathogenicity to Cucurbits and Sensitivity to Fungicides. **Journal of Fungi**, 6, 169.

CAVALINI, F. C., JACOMINO, A. P., TREVISAN, M. J., & MIGUEL, A. C. A. (2015). Harvest Time And Quality Of Kumagai And Paluma Guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 37(1), 64-72.

CECCHI, H. M. (2003). **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. (302 p.). Campinas: Editora da Unicamp.

CHITARRA, M. I. F., & CHITARRA, A. B. (2005). **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. (785 p.). Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras.

COSTA, C.C., CECÍLIO FILHO, A. B., CAVARIANI, R. L., & BARBOSA, J. C. (2004). Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e o número de frutos de melão por planta em hidroponia. **Ciência Rural**, 34 (3), 731-736.

DIAS, R.C.S., & TERAQ, D. (2006). DOENÇAS DAS CUCURBITÁCEAS. IN: OLIVEIRA, S. M. A., TERAQ, D., DANTAS, S. A. F., & TAVARES, S. C. C. H. (Eds.), **Patologia pós -colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. (pp. 595 -627). Brasília, Brazil: Embrapa Informação Tecnológica.

FAOSTAT (2018). **Statistical data bases**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved 02 de Dezembro 2021, from

HOVHANNISYAN, N.A., DULLOO, M.E., YESAYAN, A. H., KNÜPFER, H., & AMRI, A. (2011). Rastreamento de genes de resistência ao oídio e ferrugem da folha em *Triticum boeoticum* e *T. urartu*, parentes selvagens de trigo comum. **Czech Journal of Genetics and Plant Breeding**, 47 (2), 45-57.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985). **Normas Analíticas, Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. (3th ed., 533 p.) São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

KFOURY, M., LOUNÈS-HÁ, D. J., SAHRAOUI, A., & BOURDON, N. (2016). Solubility, photostability and antifungal activity of phenyl propanoids encapsulated in cyclodextrins. **Food Chemistr**, 196, 518-525.

LIMA, E. N., OSTER, A. H., BORDALLO, P. N., ARAÚJO, A. A., SILVA, D. E., & LIMA, C. S. (2021). A novel lineage in the *Fusarium incarnatum*-*equiseti* species complex is one of the causal agents of Fusarium rot on melon fruits in northeast Brazil. **Plant Pathology**, 70 (1), 133-143.

MA, L. J., VAN DER DOES, H. C., BORKOVICH, K. A., COLEMAN, J. J., DABOUSSI, M. J., DI PIETRO, A., & REP, M. (2010). Comparative genomics reveals mobile pathogenicity chromosomes in *Fusarium*. **Nature**, 464 (7287), 367-373.

MALHIPOUR, A., GILBERT, J., PIERCEY-NORMORE, M., & CLOUTIER, S. (2012). Molecular phylogenetic analysis, trichothecene chemotype patterns, and variation in

aggressiveness of *Fusarium* isolates causing head blight in wheat. **Plant Disease**, 96 (7), 1016-1025.

MENEZES, J. B., CHITARRA, A. B., CHITARRA, M. I. F., & BICALHO, U. O. (1997). Modificações dos componentes de parede celular de melão tipo Gália durante a maturação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 17 (3), 301-308.

MIGLIORINI, P. (2018). **Recobrimento de sementes com silício e seu efeito no desenvolvimento da antracnose e murcha de *Fusarium* na cultura do feijão.** (115 p.). Pelotas.

MIRZAEI, H., PERALTA, N., CARVALHAIS, L. C., DENNIS, P. G., & SCHENK, P. M. (2021). As bacteriocinas produzidas por plantas inibem patógenos de plantas e conferem resistência a doenças em tomateiro. **Nova Biotecnologia**, 63, 54-61.

OLIVEIRA, M. J. D., LARANJEIRA, D., CÂMARA, M. P. S., LARANJEIRA, F. F., ARMENGOL, J., & MICHEREFF, S. J. (2014). Effects of wounding, humidity, temperature, and inoculum concentrations on the severity of corky dry rot caused by *Fusarium semitectum* in melon fruits. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 36 (3), 281-289.

OSTER, A. H., SILVA, E. O., BORBALLO, P. N., ZOCOLO, G. H., SILVEIRA, M. R. S., OIRAM FILHO, F., & ARAÚJO, A. A. C. (2018). Luz ultravioleta pulsada no controle de podridão pós-colheita e na qualidade de melão para exportação. Embrapa Agroindústria Tropical–Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E). **Boletim de pesquisa**, 173.

PEREIRA, W. B., POSSÍDIO, C. E. F., SOUSA, J. S. C., SIMÕES, W. L., & SANTOS, C. M. G. (2021). Produção e Qualidade de Melões Sob Diferentes Arranjos do Sistema de Irrigação e Coberturas do Solo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 36 (2), 285-294.

PITRAT, M. (2016). Melon genetic resources: phenotypic diversity and horticultural taxonomy. In: Grumet, R., Katzir, N., & Garcia-Mas, J. (Eds.), **Genetics and genomics of Cucurbitaceae** (pp. 25-60). Springer, Cham.

POZZA, E. A., POZZA, A. A. A., & BOTELHO, D. M. D. S. (2015). O silício no controle de doenças de plantas. **Revista Ceres**, 62 (3), 323-331.

TREVIÑO-GARZA, M. Z., CORREA-CERÓN, R. C., ORTIZ-LECHUGA, E. G., SOLÍS-ARÉVALO, K. K., CASTILLO-HERNÁNDEZ, S. L., GALLARDO-RIVERA, C. T., & ARÉVALO NIÑO, K. (2019). Effect of linseed (*Linum usitatissimum*) mucilage and chitosan edible coatings on quality and shelf-life of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo*). **Coatings**, 9 (6), 368.

WANG, Y., YANG, Q., JIANG, H., WANG, B., BI, Y., LI, Y., & PRUSKY, D. (2020). Reactive oxygen species-mediated the accumulation of suberin polyphenolics and lignin at wound sites on muskmelons elicited by benzo (1, 2, 3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester. **Postharvest Biology and Technology**, 170, 111325.

WONGLOM, P., & SUNPAPÃO, A. (2020). *Fusarium incarnatum* está associado à podridão pós-colheita do melão (*Cucumis melo*). **Journal of Phytopathology**, 168 (4), 204-210. 2020.

XUE, S., LI, Z., LI, B., ACKAH, S., WANG, B., ZHENG, X., & PRUSKY, D. (2022). Sodium silicate treatment promotes suberin poly phenolic and silicon deposition, and enhances hardness and brittleness at muskmelon wounds. **Scientia Horticulturae**, 300, 111087.

ZHAO, B., YAN, J., ZHANG, S., LIU, X., & GAO, Z. (2014). Phylogeny and pathogenicity of *Fusarium* spp. isolated from greenhouse melon soil in Liaoning Province. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 21 (4), 374-379.