



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

AFONSO LUIZ ALMEIDA FREIRES

PRODUTOS ALTERNATIVOS NO MANEJO DO OÍDIO
(Podospaera xanthii) EM MELOEIRO

MOSSORÓ

2021

AFONSO LUIZ ALMEIDA FREIRES

PRODUTOS ALTERNATIVOS NO MANEJO DO OÍDIO

(*Podosphaera xanthii*) EM MELOEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de plantas - Fitopatologia

Orientadora: Prof^a. Dra. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio

Coorientadora: Prof^a. Dra. Andréia Mitsa Paiva Negreiros

MOSSORÓ

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F866p Freires, Afonso Luiz Almeida.
PRODUTOS ALTERNATIVOS NO MANEJO DO OÍDIO
(Podospaera xanthii) EM MELOEIRO / Afonso Luiz
Almeida Freires. - 2021.
40 f. : il.

Orientadora: Márcia Michelle de Queiroz
Ambrósio.
Coorientadora: Andréia Mitsa Paiva Negreiros.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2021.

1. Cucumis melo L. . 2. Doenças foliares. 3.
Enzimas. 4. Fungo. I. Ambrósio, Márcia Michelle de
Queiroz , orient. II. Negreiros, Andréia Mitsa
Paiva, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

AFONSO LUIZ ALMEIDA FREIRES

PRODUTOS ALTERNATIVOS NO MANEJO DO OÍDIO
(*Podospaera xanthii*) EM MELOEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de plantas - Fitopatologia

Defendida em: 30 / 08/ 2021.

BANCA EXAMINADORA

MARCIA MICHELLE DE QUEIROZ
AMBROSIO:96726539487

Assinado de forma digital por MARCIA MICHELLE DE QUEIROZ AMBROSIO:96726539487
Dados: 2021.08.30 18:57:32 -03'00'

Prof.^a Dr.^a Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio (orientadora)

ANDREIA MITSA PAIVA
NEGREIROS:08897954448

Assinado de forma digital por ANDREIA MITSA PAIVA NEGREIROS:08897954448
Dados: 2021.08.30 16:20:15 -03'00'

Prof.^a Dra. Andréia Mitsa Paiva Negreiros (coorientadora)

JAILMA SUERDA SILVA DE
LIMA:03424556483

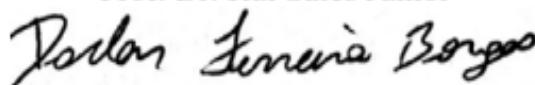
Assinado de forma digital por JAILMA SUERDA SILVA DE LIMA:03424556483
Dados: 2021.08.30 18:37:43 -03'00'

Prof.^a Dra. Jailma Suerda Silva de Lima

RUI SALES
JUNIOR:87634325449

Assinado de forma digital por RUI SALES JUNIOR:87634325449
Dados: 2021.08.30 16:18:37 -03'00'

Prof. Dr. Rui Sales Júnior



Prof. Dr. Darlan Ferreira Borges

*Dedico ao meu pai, Antônio Freires Barbosa
(In Memoriam), que sempre esteve comigo e,
hoje mais do que nunca, eu sinto que está ao
meu lado em todas as ocasiões.*

*Ofereço à minha mãe, Maria de Fátima Almeida Freires,
minha namorada, Tatianne Raianne Costa Alves,
e meu irmão Artur de Almeida Freires,
que são a minha base e o que tenho de mais precioso.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me capacitar nesta árdua caminhada, além de todo o cuidado, amor e misericórdia durante todo esse período, para que eu pudesse alcançar esta conquista.

À minha mãe, Maria de Fátima Almeida Freires, por todo o suporte, amor e carinho, com o objetivo de sempre me conduzir nos caminhos corretos.

À minha namorada, Tatianne Raianne Costa Alves, por estar sempre ao meu lado, me apoiando, aconselhando e acalmando nos momentos difíceis, nos quais imaginei não ser possível chegar até aqui e sempre me fazendo feliz.

Ao meu irmão, Artur de Almeida Freires, pela preocupação e amor demonstrado.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pelo acolhimento e inúmeras oportunidades, sendo uma segunda casa durante esses anos.

Ao programa de Pós-graduação em Fitotecnia, em especial a todo o corpo docente, pelos ensinamentos transmitidos.

À minha orientadora, Profa. Dr^a Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, por, antes de tudo, ser uma mãe/amiga que sempre teve a preocupação de repassar, além de seus conhecimentos, seus valores éticos, com o objetivo de formar pesquisadores com princípios morais.

À minha coorientadora, Profa. Dr^a. Andréia Mitsa Paiva Negreiros, pelos ensinamentos, paciência, confiança e disponibilidade para ajudar durante todo esse período.

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões e contribuições.

Aos meus amigos do Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia I e II da UFERSA, em especial a Louise Medeiros e Naama Melo, que, mesmo durante o período mais obscuro da pandemia, sempre estiveram disponíveis com toda dedicação e carinho para ajudar nesta pesquisa.

Agradeço também aos amigos Michelangelo Fernandes, Romário Figueiredo, Karol Barroso, Igor Vinícius, Geovane Nogueira, Jarlan Lucas, Ana Paula de Moura e Uilma Laurentino, por todos os momentos juntos de trabalho, amizade e companheirismo.

Obrigado!

“Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

Josué 1:9

RESUMO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das principais hortaliças produzidas no Nordeste brasileiro. Apesar do clima propício para a cultura, o meloeiro é acometido por muitos problemas sanitários, sendo o oídio (*Podosphaera xanthii*) a principal doença foliar da cultura. Considerando estas informações, o presente estudo objetivou verificar o efeito de produtos alternativos no manejo do oídio em meloeiro. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados (DBC), com oito tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram: 1= Controle; 2= Amistar Top[®]; 3= Supress-L[™]; 4= Agro Mos[®]; 5= Cooper crop[®]; 6= Soil set[®]; 7= Fertilício[®] e 8= Leite cru. Foram analisados: período de incubação, incidência e severidade da doença, área abaixo da curva de progresso da doença, crescimento do meloeiro, qualidade dos frutos e análises bioquímicas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de comparação de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade. O Leite cru foi o melhor método de controle alternativo para o oídio, sendo equivalente ao controle químico (Amistar Top[®]), reduzindo a severidade da doença em 48,94% e aumentando em 19,49% o °brix do melão. O Copper Crop[®] também foi eficiente no controle do oídio e reduziu a severidade em 29,79%. O presente estudo indicou que a atividade da polifenoloxidase, peroxidase, quitinase e β -1,3-glucanase estão envolvidas com o mecanismo de defesa do meloeiro, uma vez que os tratamentos com maiores atividades enzimáticas promoveram menor severidade do oídio. Dentre os produtos estudados, o Leite cru foi o que promoveu maiores atividades das enzimas.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Doenças foliares. Enzimas. Fungo.

ABSTRACT

The melon (*Cucumis melo* L.) appears as one of the main vegetables produced in the Brazilian Northeast. Despite the favorable climate for the crop, melon is still affected by sanitary problems, being powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) the main leaf disease of the crop. Considering this information, this study aimed to verify the effect of alternative products in the management of powdery mildew in melon. A randomized block design (DBC) was used, with eight treatments and eight repetitions. The treatments were: 1= Control; 2= Amistar Top[®]; 3= Suppress-L[™]; 4= Agro Mos[®]; 5= Cooper crop[®]; 6=Soil set[®]; 7= Fertilício[®] and 8= Raw milk (20%). The following were analyzed: incubation period (PI), incidence (INC) and disease severity (SEV), area under the disease progress curve (AUDPC), melon growth (height, stem diameter, number of leaves and leaf area, physicochemical quality of the fruits and biochemical analysis. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA), followed by the Scott-Knott mean comparison test at 5% probability. Raw milk was the best alternative control method for powdery mildew, being equivalent to chemical control (Amistar Top[®]), reducing the SEV by 48.94% and increasing the °brix of the melon by 19.49%. Copper Crop[®] was also efficient in controlling powdery mildew and reduced the SEV by 29.79%. The present study indicated that the activities of polyphenoloxidase, peroxidase, chitinase and β -1,3-glucanase are involved with the melon defense mechanism, since treatments with higher enzymatic activities promoted lower powdery mildew severity. Among the products studied, raw milk is the one that promoted the greatest activities of the studied enzymes.

Keywords: *Cucumis melo* L. Leaf diseases. Enzymes. Fungus.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Período de incubação (A), Incidência (B), Severidade (C) e Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) (D) no meloeiro após inoculação do oídio. As barras de erro representam o desvio padrão das médias. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.....25
- Figura 2 – Área foliar (A) e ° Brix (B) do meloeiro após a inoculação do oídio. As barras de erro representam o desvio padrão das médias. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.....26
- Figura 3 – Atividade da Polifenoloxidase (PPO) (A), Peroxidase (POX) (B), Quitinase (QUI) (C) e β -1,3-glucanase (GLU) (D) após aplicação de produtos e inoculação do oídio no meloeiro. As barras de erro representam o desvio padrão das médias. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.....28

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Teste ‘F’ para as variáveis Período de incubação (PI), Severidade (SEV) e Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) do meloeiro após a inoculação do oídio..... 24
- Tabela 2 – Teste ‘F’ para as variáveis Altura da planta (AP), Diâmetro do caule (DC), ° Brix e Área foliar (AF) do meloeiro após a inoculação do oídio.....26
- Tabela 3 – Teste ‘F’ para as variáveis polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POX), quitinase (QUI) e β -1,3-glucanase do meloeiro após a inoculação do oídio.....27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	CULTURA DO MELOEIRO E PRODUÇÃO	14
2.2	DOENÇAS FOLIARES	15
2.3	MÉTODOS DE CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES	17
2.3.1	<i>Trichoderma spp</i>	17
2.3.2	Produtos comerciais alternativos no controle de patógenos.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO	20
3.2	OBTENÇÃO, MANUTENÇÃO DO INÓCULO E INOCULAÇÃO.....	20
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
3.4	PREPARO E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS	20
3.5	AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES EPIDEMIOLÓGICOS E DA PLANTA....	21
3.6	ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO MELOEIRO	21
3.7	ANÁLISES PÓS-COLHEITA	21
3.8	ANÁLISES BIOQUÍMICAS	21
3.9	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	23
4	RESULTADOS.....	24
5	DISCUSSÃO.....	29
6	CONCLUSÕES	32
	REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma cucurbitácea economicamente importante em todo o mundo. Sua produção é potencializada em condições de altas temperaturas e baixa umidade, gerando frutos de alta qualidade (PANDEY et al., 2016; LI et al., 2017). Em 2019, a produção global desta fruta atingiu aproximadamente 27,3 milhões de t, sendo a China, principal produtora, responsável por 46,5% da produção mundial (FAO, 2021). No Brasil, a região Nordeste se destaca com 95,8% (563.378 mil t) (IBGE, 2021).

Entretanto, o aumento das áreas de produção, os cultivos intensivos e sucessivos favorecem o aumento da incidência e severidade de patógenos, causando perdas de produtividade em todo o mundo (PORTO et al., 2019; SALES JÚNIOR et al., 2019). O oídio é apontado como a principal doença de parte aérea do meloeiro (LI et al., 2017). Normalmente, esta doença é causada pelos fungos *Podosphaera xanthii* (Castag.) U. Braun & N. Shish.) (anteriormente *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.Ex.Ft.) Pollacci e *Golovinomyces cichoracearum* (S. Blumer) (RUR et al., 2018).

As colônias brancas produzidas por esses fungos na superfície foliar reduzem a atividade fotossintética das plantas (DALLAGNOL et al., 2015), e com o agravamento da doença, os tecidos tornam-se cloróticos e senescem precocemente, reduzindo a produtividade e a qualidade de frutos (WANG et al., 2016; HE et al., 2017). Em virtude das estruturas serem bastante leves, sua disseminação normalmente acontece pelo vento (WANG et al., 2016).

Podosphaera xanthii é o patógeno predominante em meloeiro (WANG et al., 2021). Essa espécie se adapta a altas temperaturas, clima seco e não necessita de umidade na superfície foliar para que a infecção ocorra (RAMOS et al., 2013). Embora a aplicação de fungicidas reduza a severidade da doença (WANG et al., 2016), esta prática possui agravantes, como os possíveis surgimentos de *P. xanthii* resistentes a pesticidas, além das restrições impostas pelos países importadores de melão, quanto ao Limite Máximo de Resíduos (LMR) químicos nos frutos. Além disso, estes produtos químicos são danosos para o meio ambiente e para os seres humanos, especialmente nos alimentos consumidos sem processamento (*in natura*), como é o caso do melão (ABDEL-MONAIM et al., 2012; DALLAGNOL et al., 2015).

Diante disso, alternativas sustentáveis que sejam eficientes para reduzir a influência deste patógeno em meloeiro podem ser adotadas, como o controle biológico, uso de fertilizantes e leite cru. O controle biológico inclui a utilização de diferentes microrganismos, destacando-se o *Trichoderma*, que possui notável sucesso na supressão de patógenos por meio

de mecanismos como antibiose, competição, parasitismo e predação, podendo o antagonista agir por um ou mais mecanismos de interações (MARTÍNEZ et al., 2016; BEZERRA et al., 2019; SARHAN et al., 2020).

Outra abordagem atrativa é o fornecimento de silício (silicato de potássio) via foliar, agindo diretamente no patógeno fúngico, devido à expressão de enzimas relacionadas à defesa da planta, produzindo compostos fenólicos e fitoalexinas no local da infecção (DALLAGNOL et al., 2012). Este elemento também possui a capacidade de atuar indiretamente, formando uma barreira física em decorrência do aumento do pH e do potencial osmótico após a evaporação da água (DALLAGNOL et al., 2015).

Outra opção seria o uso do leite cru, que possui na sua composição sais de cálcio, fosfato, ferro, magnésio, proteínas, vitaminas, aminoácidos e microrganismos, que após a sua aplicação aumentam e permanecem estáveis nas folhas, garantindo proteção contra o oídio (HAMAN; KRÖMKER, 1997). Este produto possui relação custo/benefício satisfatória, acessibilidade pelos produtores, além de ser ambientalmente aceitável (MEDEIROS et al., 2012). A aplicação de leite cru vem apresentando proteção contra oídio em cucurbitáceas como pepino, abóbora e melão (FARIA et al., 2011).

A defesa das plantas pode ser induzida com fertilizantes como o Agro Mos[®], Copper Crop[®], Soil Set[®] e Fertilísilício[®], os quais possuem na sua composição nutrientes e aminoácidos ativadores de enzimas. As reduções na severidade do oídio estão acompanhadas do aumento das enzimas quitinase (QUI), β -1,3-glucanase (GLU), peroxidase (PO) e polifenoloxidase (PPO), dentre outras relacionadas à patogenicidade (SOLIMAN e EL-MOHAMEDY, 2017). Estes compostos agem a partir da inibição da germinação dos conídios e do crescimento micelial, proporcionando menor área foliar afetada pelo patógeno (SARHAN et al., 2020).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi verificar a eficiência de produtos alternativos no manejo do oídio (*P. xanthii*) em meloeiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CULTURA DO MELOEIRO E PRODUÇÃO

Originário da Ásia central e da África, o meloeiro pertence à família cucurbitácea, sendo considerado um fruto tropical de alto valor comercial, apreciado por suas características peculiares e de grande popularidade no mundo (MULLER et al., 2013).

Nos últimos anos, o Brasil aumentou expressivamente sua produção, passando de 350.000 t em 2003 para cerca de 587.692 mil t anuais em 2019, produzidos em uma área equivalente a 21.000 ha (FAO, 2021).

Ainda na safra de 2019, o país ocupou a décima posição no *ranking* dos maiores produtores mundiais, estando grande parte da produção situada na região Nordeste, responsável por cerca de 95,8% da produção brasileira, sendo os estados do Rio Grande do Norte – RN (356.705 t), Ceará – CE (68.866 t) e Bahia – BA (56.888 t) os maiores produtores nacionais (IBGE, 2021). Dentre os municípios do RN, destacam-se Mossoró, Tibau e Apodi (IBGE, 2021). Nesses municípios, a cadeia produtiva do melão é responsável pela geração de empregos diretos e indiretos, contribuindo significativamente para a mudança social desta região (ANSELMO et al., 2021). Sua produção é potencializada em condições de altas temperaturas e baixa umidade, produzindo frutos de alta qualidade (PANDEY et al., 2016; LI et al., 2017).

A produção agrícola no Rio Grande do Norte é maximizada pelas condições edafoclimáticas favoráveis (altas temperaturas com baixa umidade relativa do ar) à produção de frutos de qualidade (BARDIVIESSO et al., 2015). De modo geral, o meloeiro se adapta a regiões com clima quente e seco, com temperatura entre 18 e 39 °C, intensa luminosidade e baixa umidade relativa do ar, necessitando, porém, de irrigação para suprir a demanda hídrica da cultura, sendo a floração e frutificação as fases mais sensíveis (BLANCO et al., 1997; ALVES et al., 2018). Boa parte dessa produção é direcionada à exportação, o que gerou um montante de US\$ 147,934 milhões em 2020 (ABHF, 2021). Apesar dos expressivos valores supramencionados, o meloeiro tem sua qualidade e produtividade reduzidas pelas doenças foliares (RUR et al., 2018).

2.2 DOENÇAS FOLIARES

Os fungos são conhecidos por possuírem grande diversidade e desempenharem importantes funções nos ecossistemas, como, por exemplo, no processo de decomposição da matéria orgânica (RENNÓ et al., 2016). São organismos eucariontes ou heterotróficos, unicelulares (leveduras) ou constituídos por um sistema de filamentos ramificados denominados hifas, que atuam na absorção de nutrientes e são maioritariamente aeróbicos (AZEVEDO; BARATA, 2018).

Alguns fungos são denominados biotróficos (parasitas obrigatórios) porque necessitam do tecido do hospedeiro vivo para integrar seu ciclo de vida, a exemplo de patógenos que

causam doenças como míldio, oídio e ferrugem (LEITE et al., 2020). Dentre as enfermidades que acometem o meloeiro, as doenças foliares têm a capacidade de limitar o potencial produtivo, devido ao ataque da parte aérea, que culmina na redução da área foliar e, conseqüentemente, menor capacidade de produção de fotoassimilados (VIANA et al., 2001).

Estas doenças podem ser favorecidas por temperaturas elevadas (16 a 32° C) e condições ambientais secas, características encontradas nas regiões semiáridas do Brasil. No entanto, em regiões amenas com alta umidade relativa do ar, os patógenos podem reduzir a produção e o período produtivo das culturas (LU et al., 1982; SANTOS et al., 2011; TERA0 et al., 2019).

Dentre os fitopatógenos que afetam economicamente a produção do melão, se destacam o fungo *P. xanthii* (anteriormente *S. fuliginea*) e *G. cichoracearum*, causadores do oídio (RAMOS et al., 2013; RUR et al., 2018). No Nordeste brasileiro, as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento desta doença, e a maioria dos materiais cultivados é suscetível ao fungo (GRANGEIRO, COSTA, 2016; TERA0 et al., 2016).

O Oídio é uma das principais doenças foliares que acometem a produção de melão (GAO et al., 2020). Os sintomas da doença caracterizam-se pela presença de uma eflorescência branca pulverulenta, formada por micélio, conidióforos e conídios do patógeno, podendo ocorrer em todos os tecidos foliares, hastes e pecíolos. No início da patogênese, áreas restritas na superfície abaxial das folhas são colonizadas, mas gradualmente a superfície adaxial pode ser. Os primeiros sinais são mais evidentes com o surgimento de manchas amareladas nas folhas, evoluindo para marrom até secarem completamente. Em alguns casos, toda a folhagem é necrosada, levando a planta à morte (ZATARIM et al., 2005).

Nesses casos, além da produção que pode ser seriamente comprometida, os frutos também têm sua qualidade afetada (VIANA et al., 2001). O oídio é considerado um parasita obrigatório e não necessita da presença de água na superfície das folhas para que a infecção ocorra (RAMOS et al., 2013).

O inóculo primário constitui-se de conídios que podem ser dispersos a longas distâncias pelo vento (KUROZAWA; PAVAN 1997). Sob condições favoráveis, os conídios permanecem viáveis por 7 a 8 dias. Em cultivares suscetíveis e ambientes favoráveis, a doença desenvolve-se rapidamente e seu ciclo completo ocorre de três a sete dias, produzindo durante esse tempo elevada quantidade de esporos em cada lesão. O cultivo adensado, baixa intensidade luminosa e umidade relativa baixa favorecem a infecção e sobrevivência dos

conídios, possibilitando, assim, o aumento da doença. A temperatura ideal para ocorrência severa da doença acontece entre 20 e 27 °C (ZITTER et al., 1996; STADNIK, 2001).

Anteriormente, ao menos seis agentes causais eram relatados em cucurbitáceas, a espécie *G. cichoracearum* e a antiga *S. fuliginea*, que atualmente são divididas em duas outras espécies (*P. xanthii* e *P. fusca*), que são os agentes causais predominantes em climas tropicais e subtropicais como o Brasil (REIFSCHNEIDER et al., 1985; STADNIK, 2001).

2.3 MÉTODOS DE CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES

O controle é realizado comumente por meio de pulverizações com fungicidas oidicidas registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), tais como: Amistar Top® (azoxistrobina e difenoconazol), Band 500 SC® (flutriafol) e Cabrio Top® (metiram e piraclostrobina), dentre outros, como medida de controle químico desse fungo (AGROFIT, 2021). No entanto, quando utilizados de forma indiscriminada, aumentam as chances do surgimento de indivíduos resistentes aos agroquímicos, além de causar danos ao meio ambiente à medida que são aplicados continuamente (RAMOS et al., 2013).

Outro método bastante utilizado é o controle genético, utilizando materiais resistentes no controle do oídio (RABOU et al., 2021). No entanto, os programas de melhoramento são normalmente demorados e nem sempre respondem rapidamente a necessidade dos produtores; além disso, em razão da variabilidade na população do patógeno, é necessário um trabalho contínuo em busca de novas fontes de resistência nos bancos de germoplasma do mundo todo para trazer materiais resistentes para o mercado (HOSOYA et al., 1999). A utilização de um manejo alternativo com baixo impacto ambiental, simples e de fácil aplicação, também vem ganhando espaço no Brasil, devido à eficiência e sustentabilidade (SOARES, 2006; NUNES, 2008; JUNG, 2012; CHAGAS et al., 2016a).

Diante disto, a busca por um manejo alternativo para o controle do oídio no meloeiro, atendendo às exigências do mercado externo, é observada no emprego de produtos biológicos, indutores de resistência, dentre outros, que proporcionem melhor estado nutricional da planta.

2.3.1 *Trichoderma* spp.

O fungo *Trichoderma* spp. vêm sendo usado há mais de 70 anos como agente de biocontrole de fitopatógenos e como simbioses (BROTMAN et al., 2010). Este gênero possui ampla possibilidade de aplicação, podendo ser efetivo no controle de patógenos foliares e radiculares (KAMBLE et al., 2021; OSZAKO et al., 2021).

Além disso, é um dos principais microrganismos de importância para o aumento do crescimento vegetal, que pode influenciar positivamente na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da cultura devido à produção de substâncias promotoras de crescimento como, por exemplo, o ácido indol-3-acético, auxina e, principalmente, pela solubilização de fósforo, melhorando a nutrição das plantas (OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2012; CHAGAS et al., 2016b; ZHAO et al., 2020). Além do suprimento de minerais, aumentando a produção de auxina, que são substâncias capazes de induzir o alongamento celular nos vegetais superiores (TAIZ e ZEIGER, 2006; OLIVEIRA et al., 2012).

Estes fatores demonstram a importância do *Trichoderma*, principalmente no controle de fitopatógenos foliares, a partir da indução da resistência por meio da nutrição mineral, evitando o desenvolvimento de patógenos, aumentando a espessura da parede celular, proporciona maior rigidez dos tecidos, além de promover a rápida recuperação após injúrias (BASSETO et al., 2007).

No meloeiro e na videira, o *T. asperelloides* reduziu a severidade do oídio, além de ter aumentado a atividade de enzimas como a quitinase, β -1,3-glucanase, polifenoloxidase e peroxidase (SAWANT et al., 2020; RUANGWONG et al., 2021).

2.3.2 Produtos comerciais alternativos no controle de patógenos

Produtos alternativos têm sido amplamente pesquisados para controle de doenças. A utilização de fertilizantes como estratégia indutora de resistência pode trazer diversos benefícios, pois estimula o crescimento e a produção por ações indiretas, maior taxa fotossintética, maior rigidez estrutural dos tecidos, melhor penetração no solo pelas raízes, redução da transpiração e resistência ao estresse hídrico, resistência à salinidade e à toxicidade de metais (FAUTEAUX et al., 2005; MA e YAMAJI, 2006). Além disso, sinaliza a planta contra os estresses bióticos, sendo eficiente no controle de doenças causadas por fungos e bactérias em diferentes espécies de plantas (MA & YAMAJI, 2006).

Esses produtos podem ter na sua composição bioativos, resíduo final da fermentação de compostos orgânicos, células vivas ou latentes de microrganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) ou seus metabólitos, além de quelatos organominerais bastante efetivos no controle de doenças foliares (MAGRO, 1994). Esses compostos são ricos em enzimas que atuam diretamente na resistência da parede celular à penetração do patógeno, além de conter antibióticos, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres e ácidos de ação hormonal que atuam no combate destes microrganismos (ROEL et al., 2007; STANGARLIN et al., 2010).

O controle satisfatório de oídio em muitas espécies, incluindo o meloeiro, também pode ser obtido via aplicação de silício (Si) e do leite cru. Estes produtos atuam induzindo a expressão de genes de função metabólica contra os patógenos, além de formar uma barreira física na superfície foliar. No caso do Si, normalmente a indução ocorre apenas na presença do patógeno (BOCKHAVEN et al., 2013).

Doenças como mancha marrom foliar e brusone do arroz, ocasionadas por *Bipolaris oryzae* e *Pyricularia oryzae*, respectivamente, e folhas de ervilha inoculadas com *Mycosphaerella pinodes* apresentaram menores lesões após aplicação de Si, quando comparadas ao controle (DATNOFF et al. 1992; DANN e MUIR, 2002). Além disso, trabalhos manejando o oídio da cevada, trigo, pepino, dentre outras culturas de menor expressão econômica, com o Si são relatados em trabalhos atuais (AHAMMED e YANG, 2021).

O Leite cru, anteriormente e atualmente, vem sendo bastante estudado no manejo de doenças e como indutor de resistência. Diversos trabalhos como Bettiol e Astiarraga (1998) e pesquisas mais recentes com Kamel et al. (2017) comprovam a importância deste produto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo BSw^h, ou seja, quente e seco, característico do semiárido. A temperatura média anual é de 27 °C e a precipitação pluviométrica anual é irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% (ALVARES et al., 2013).

3.2 OBTENÇÃO, MANUTENÇÃO DO INÓCULO E INOCULAÇÃO

O isolado de *P. xanthii* foi coletado em folhas de meloeiro do tipo híbrido *goldex*, oriundo da fazenda Agrícola Salutaris, localizada no município de Afonso Bezerra-RN. Por se tratar de parasita obrigatório, o material foi encaminhado em sacos de papel para casa de vegetação com o objetivo de preservar o isolado *in vivo*.

Plantas com 18 dias após a semeadura (DAS) foram inoculadas artificialmente, depositando pequena quantidade de conídios (dois lados equidistantes da nervura principal da folha) na segunda folha verdadeira de cada planta de melão, com auxílio de pincel com cerdas

de camelo n° 2, desinfestado superficialmente (álcool 70%, hipoclorito de sódio 1% e lavagem em água destilada e esterilizada) (YUSTE-LISBONA et al., 2010). O inóculo em plantas de melão foi mantido em casa de vegetação, utilizando vasos de 1,0 dm³ com Tropstrato[®] HT Hortaliças (Casca de pinus, turfa, vermiculita, N-nítrico 5,5%, N-amoniacal 8,5%, P₂O₅ 16%, superfosfato simples, K₂O 18%, KNO₃, Mg 0,48%, B 0,03%, Cu 0,15%, Mn 0,16%, Mo 0,20%, Fe - quelatizado por DTPA 0,09% e Zn 0,04%) visando à posterior utilização nos ensaios.

As mudas de meloeiro do tipo híbrido *goldex* foram obtidas na empresa TopPlant[®], e com 10 DAS foi realizado o transplante para vasos contendo 14,3 dm³ de solo de uma área produtora de Baraúna-RN. Aos 18 dias após a semeadura, quando as plantas apresentavam três folhas verdadeiras, realizou-se a inoculação de acordo com a metodologia de Yuste-Lisbona et al. (2010).

Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento, apresentando maior eficiência no uso da água na cultura (BATISTA et al., 2009). Os macronutrientes e micronutrientes foram aplicados durante o ciclo de acordo com as necessidades nutricionais das plantas (CURY et al., 2014).

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O ensaio foi realizado em blocos casualizados (DBC), compostos por oito tratamentos e oito repetições, 1= Controle; 2= Amistar Top[®]; 3= Súpess-L[™]; 4= Agro Mos[®]; 5= Copper crop[®]; 6= Soil set[®]; 7= Fertilísíció[®] e 8= Leite cru, com uma planta por repetição.

3.4 PREPARO E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Foi utilizado como biocontrole o Súpess-L[™], multiplicado em grãos de arroz na concentração de 10⁹ conídios mL⁻¹ e na dosagem de 5 kg/ha, como preconizado pelo fabricante. Amistar Top[®] (300 mL/ha), Agro Mos[®] (900 mL/ha), Copper crop[®] (300 mL/ha), Soil set[®] (300 mL/ha) e Fertilísíció[®] (600 mL/ha) foram diluídos em água e administrados como preconizado pelos fabricantes. O Leite cru foi diluído em água e aplicado na concentração de 20% (ZATARIM et al., 2005). Súpess-L[™] e Fertilísíció[®] foram aplicados no intervalo de cinco dias, ao passo que os demais tratamentos foram aplicados semanalmente. As aplicações foram iniciadas um dia após a inoculação do oídio. Nas aplicações, foi utilizado um pulverizador de compressão e o volume aplicado alterou-se de acordo com o desenvolvimento da cultura, a fim de promover a cobertura integral da parte aérea.

3.5 AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES EPIDEMIOLÓGICOS E DA PLANTA

As avaliações foram realizadas semanalmente, sendo a primeira após a observação das primeiras estruturas de *P. xanthii* visíveis (seis dias após a inoculação), tomando como base para a leitura toda a planta. Os seguintes componentes epidemiológicos foram avaliados: Período de Incubação (PI); incidência da doença (INC); severidade da doença (SEV) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).

O PI foi marcado pelo número de dias entre a inoculação e o aparecimento dos primeiros sintomas da doença. A INC foi estimada a partir do percentual de plantas sintomáticas dentro de cada tratamento. A SEV da doença foi determinada utilizando uma escala proposta por He et al. (2017) e adaptada, na qual: 0= nenhum sintoma visível; 1= até 5% das folhas cobertas com oídio; 3= 6-10% das folhas cobertas com oídio; 5= 11-20% das folhas cobertas com oídio; 7= 21-40% das folhas cobertas com oídio; 9= 41-60% das folhas cobertas com oídio; 11= 61-80% das folhas cobertas com oídio; 13= 81-100% das folhas com oídio. A SEV foi integralizada como AACPD, através da fórmula $ASCPD = \sum [((y_1 + y_2)/2) * (t_2 - t_1)]$, na qual y_1 e y_2 são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente.

3.6 ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO MELOEIRO

As variáveis analisadas foram: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF), avaliadas semanalmente. Ao fim do ensaio, avaliou-se a área foliar (AF), obtida pelo método do disco (LINS et al., 2018), massa seca da raiz, caule, folhas e total.

3.7 ANÁLISES PÓS-COLHEITA

As variáveis pós-colheita analisadas foram: firmeza da polpa (FP), peso do fruto (PF), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT) ° Brix e firmeza. O ponto de colheita adotado foi a coloração do fruto (CÂMARA et al., 2007).

3.8 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Folhas de meloeiro completamente expandidas foram coletadas de todas as plantas de cada tratamento, 12 horas após a última aplicação dos produtos. Estas amostras foram acondicionadas em caixa térmica contendo gelo e transportadas ao laboratório de Biotecnologia Vegetal da UFERSA para pesagem e processamento, visando ao armazenamento em freezer (-43 °C) para posterior análise.

As amostras de folhas (0,5 g) foram homogeneizadas mecanicamente em 4 mL de tampão acetato de sódio 100 mM (pH 5,0), com auxílio de almofariz. O homogenato ficou

durante 25 minutos na temperatura de 4 °C na centrífuga a 20.000g, e o sobrenadante obtido foi considerado como extrato enzimático para a determinação da atividade da quitinase (QUI) e β -1,3-glucanase (GLU) (BEZERRA NETO e BARRETO, 2011).

Avaliou-se a atividade da quitinase pela liberação de fragmentos solúveis de “CM-chitin-RBV”, a partir de quitina carboximetilada marcada com remazol brilhante violeta (CM-Quitin-RBV 4 mg mL⁻¹, Loewe Biochemica GmbH). Para tanto, 200 μ L do extrato protéico foram misturados com 600 μ L do mesmo tampão de extração e 200 μ L de “CM-chitin-RBV” (2,0 mg mL⁻¹). Após incubação por 20 minutos a 40 °C, a reação foi paralisada com a adição de 200 μ L de solução de HCl 1 M, seguida de resfriamento em gelo e centrifugação a 10.000g / 5 min. A absorbância a 550 nm do sobrenadante foi determinada tendo-se o tampão de extração na cubeta de referência. Os resultados foram expressos em unidade enzimática mg⁻¹ de proteína, descontando-se os valores de absorbância do controle (800 μ L de tampão de extração + 200 μ L de “CM-chitin-RBV”) (STANGARLIN et al., 2000).

Para a determinação espectrofotométrica da atividade de β -1,3-glucanase nos extratos, foram transferidos 25 μ L do extrato enzimático para cada tubo de ensaio. Em seguida, foram acrescentados 200 μ L da solução tampão acetato (0,1 M, pH 5,0) e 200 μ L de laminarina (15 mg.mL⁻¹). A mistura foi incubada por 30 minutos a 37 °C, após o que foi determinado o teor de glicose produzido com a hidrólise da laminarina (BEZERRA NETO e BARRETO, 2011). Após o período de incubação, os açúcares redutores formados foram quantificados. A leitura das absorbâncias foi realizada a 410 nm, em espectrofotômetro. A concentração de proteínas foi analisada pelo método de Bradford (BRADFORD, 1976). Os resultados foram expressos em unidades enzimática min⁻¹ mL⁻¹.

No preparo do extrato da polifenoloxidase, as folhas congeladas foram homogeneizadas à temperatura máxima de 4 °C em 10 mL de tampão fosfato 0,05 M (pH 7,0), contendo 1 mg de polivinilpirrolidona-10. O homogeneizado foi centrifugado a 4.000 g por 20 minutos, sob refrigeração, e o precipitado foi descartado. O sobrenadante foi conservado em gelo e usado nas determinações da enzima (CAMPOS et al., 2004). A atividade da polifenoloxidase foi determinada de acordo com a técnica descrita por Hyodo e Yang (1971), com as modificações descritas a seguir. Em tubo gelado, foram colocados 3,6 mL de tampão fosfato 0,05 M, pH 6,0, 1mL do extrato enzimático, 0,1 mL de catecol 0,1 M, e a mistura foi agitada em vórtex por 15 segundos. O tubo com a mistura foi incubado a 30°C por 30 minutos e transferido para um banho de gelo. À mistura, foram adicionados 0,2 mL de ácido perclórico a 1,4% e, após agitação em vórtex, o tubo foi deixado em repouso por 10

minutos. A absorbância foi lida a 395 nm em espectrofotômetro. No controle, o extrato enzimático foi substituído por água. A atividade da enzima foi expressa em unidade enzimática (UE) min^{-1} de amostra. Uma unidade da enzima foi definida como a quantidade de enzima que causou um aumento de 0,001 unidade de absorbância por minuto (CAMPOS et al., 2004).

No procedimento para o preparo do extrato da peroxidase, as folhas foram pesadas (1g de amostra) e maceradas em almofariz com 50 mg de PVP e cerca de 10 mL de nitrogênio líquido. Durante a maceração, foram acrescentados 3 mL da solução tampão de acetato de sódio (50 mM, pH 5,0) e 1 mM de EDTA. Em seguida, o homogeneizado foi centrifugado a 10.000g por 10 minutos a 4 °C (BEZERRA NETO e BARRETO, 2011). O sobrenadante foi transferido para tubos de Eppendorf para realização das análises. A atividade da peroxidase foi determinada de acordo com a técnica descrita por Bezerra Neto e Barreto (2011). Em tubo gelado, foram adicionados 1 mL de tampão fosfato (0,2 M) pH 6,0 e 100 μL do extrato enzimático. Após isso, os tubos foram colocados em banho termostático a 25 °C até a estabilização da temperatura. Em seguida, foram adicionados 100 μL de guaiacol (0,5%) e 100 μL de peróxido de hidrogênio (0,08%), sendo a mistura agitada em vórtex e, imediatamente, realizadas seis leituras espectrofotométricas a 470 nm em intervalos de 30 segundos. A atividade enzimática foi estimada com base na diferença de absorbância por minuto e por peso da amostra fresca. No controle, o extrato enzimático foi substituído por água destilada. As análises foram realizadas em duplicata.

3.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O ensaio foi conduzido duas vezes. Uma ANOVA preliminar foi realizada para determinar se havia diferenças significativas entre os dois ensaios e se os dados poderiam ser combinados. Conforme atendidos os pressupostos, foi realizada a análise de variância e foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. O *software* utilizado foi o R (R Core Team 2017) (WEI et al., 2017).

4 RESULTADOS

Verificou-se efeito significativo para os tratamentos avaliados nas variáveis PI, SEV e AACPD ($p > 0,001$), de acordo com o teste F (Tabela 1).

Tabela 1. Teste ‘F’ para as variáveis período de incubação (PI), severidade (SEV) e área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) do meloeiro após a inoculação do oídio.

Fontes de variação	p-valor			
	GL	PI	SEV	AACPD
Tratamento	7	0,0001	0,0000	0,0000
Bloco	7	0,4250	0,0530	0,0045
Erro	49			
CV (%)		29,99	22,96	19,58

GL – graus de liberdade; CV – coeficiente de variação

O PI foi maior nas plantas que receberam aplicações do tratamento Amistar Top[®] (média de 16 dias), retardando o surgimento dos sintomas em 9,25 dias, com relação ao tratamento controle (6,75 dias) (Figura 1A). Para a INC, não houve diferença entre os tratamentos de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, uma vez que todas as plantas apresentaram sintomas (100%) (Figura 1B).

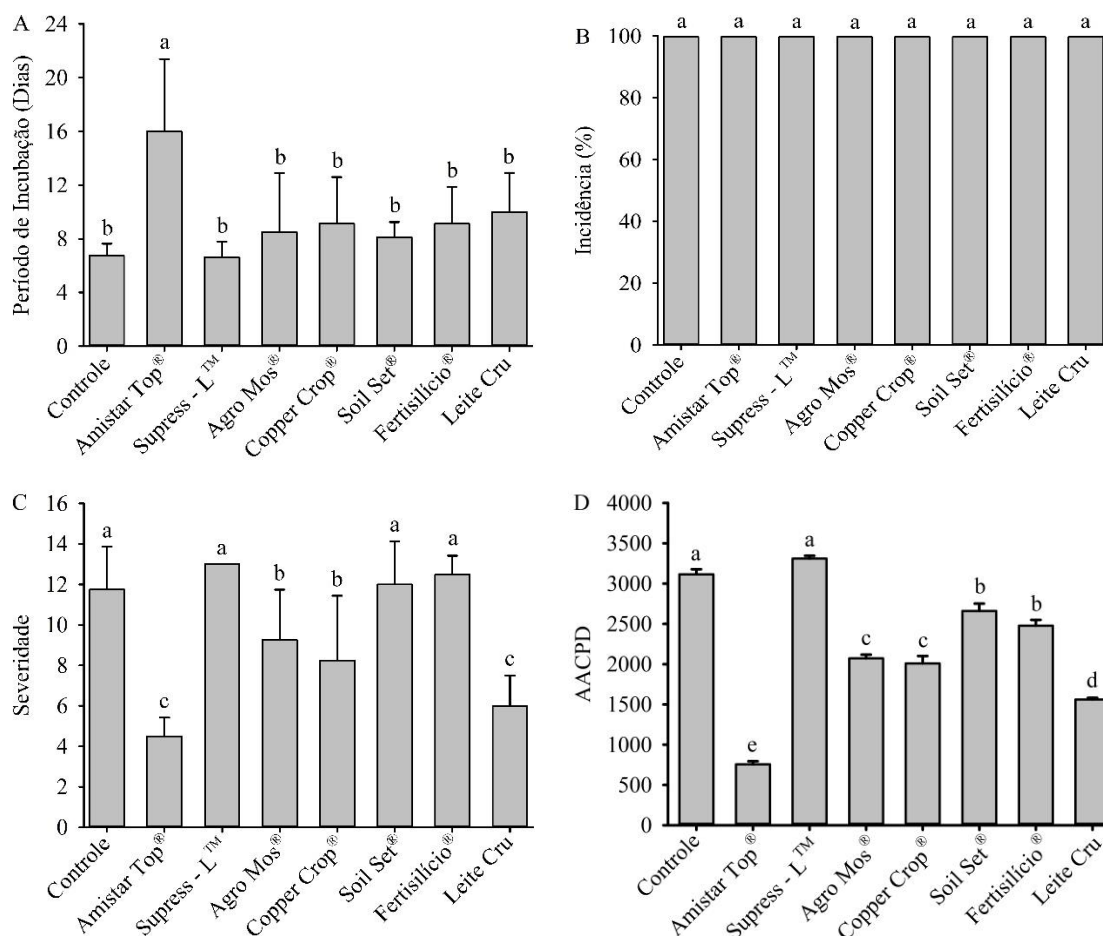


Figura 1. Período de incubação (A), Incidência (B), Severidade (C) e Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) (D) no meloeiro após inoculação do oídio. As barras de erro representam o desvio padrão das médias. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A menor SEV foi observada nas plantas tratadas com o Amistar Top® (4,5). Apesar disso, o referido produto não diferiu do Leite cru (6,0). Estes tratamentos proporcionaram reduções de 61,70 e 48,94%, respectivamente, em relação ao Controle (11,75). Copper Crop® (8,25) e Agro Mos® (9,25) reduziram a SEV em 29,79 e 21,28%, respectivamente, em relação ao Controle. Além disso, também apresentaram menor SEV quando comparados ao Soil Set® (12,00), Fertilisício® (12,50) e Supress-L™ (13,00) (Figura 1C).

A maioria dos tratamentos reduziu a AACPD, exceto o Supress-L™ (Figura 1D). O Amistar Top® foi o mais eficiente e proporcionou uma AACPD de 756,00. Este fungicida promoveu redução de 81,60% em relação ao Controle (3115,00). O Leite cru, Copper Crop® e

Agro Mos[®] apresentaram AACPD de 1561,00; 2009,00 e 2072,00 e reduções de 49,77%, 35,61 e 33,18%, respectivamente (Figura 1D).

Nas variáveis de crescimento da planta (AP, DC e AF), verificou-se efeito significativo apenas para os tratamentos na variável AF ($p < 0,05$) (Tabela 2). No tocante aos parâmetros de qualidade dos frutos, foi verificada diferença significativa para os tratamentos ($p < 0,05$) apenas para o ° Brix.

Tabela 2. Teste ‘F’ para as variáveis altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF) e ° Brix do meloeiro após a inoculação do oídio.

Fontes de variação	GL	AP	DC	AF	° Brix
Tratamento	3	0,3117	0,1023	0,0422	0,0220
Bloco	4	0,1646	0,5266	0,6902	0,3298
Erro	12				
CV (%)		16,38	8,31	47,96	9,17

GL – graus de liberdade; CV – coeficiente de variação

O Leite cru e Amistar Top[®] diferiram dos demais tratamentos testados de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, proporcionando os melhores resultados para a AF, com valores médios na ordem de 1865,50 e 1606,01 cm², correspondendo a incrementos de 48,43 e 27,78% em relação ao controle, respectivamente (Figura 2A). A média dos sólidos solúveis nos frutos para todos os tratamentos superou o valor de 9 °Brix, com o Leite cru diferindo dos demais tratamentos, apresentando média de 11,8 ° Brix (Figura 2B).

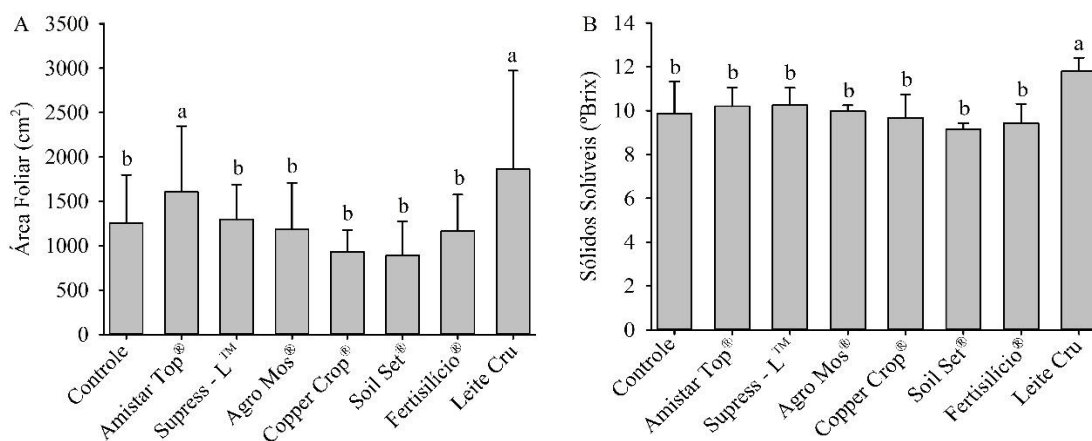


Figura 2. Área foliar (A) e o ° Brix (B) do meloeiro após a inoculação do oídio. As barras de erro representam o desvio padrão das médias. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Teste ‘F’ para as variáveis polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POX), quitinase (QUI) e β -1,3-glucanase do meloeiro após a inoculação do oídio.

Fontes de variação	GL	PPO	POX	QUI	GLU
Tratamento	7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Bloco	7	0,6056	0,1706	0,7491	0,2211
Erro	49				
CV (%)		4,7	12,78	12,95	6,41

GL – graus de liberdade; CV – coeficiente de variação

Todos os tratamentos proporcionaram aumento na atividade da polifenoloxidase (PPO) em relação ao controle (Figura 3), diferindo de acordo com o teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. Ademais, o Leite cru ($8,61 \text{ U.E}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ mg}$ de amostra) proporcionou maior atividade enzimática em relação aos demais tratamentos, apresentando incremento de 45,90% em comparação ao Controle (Figura 3A).

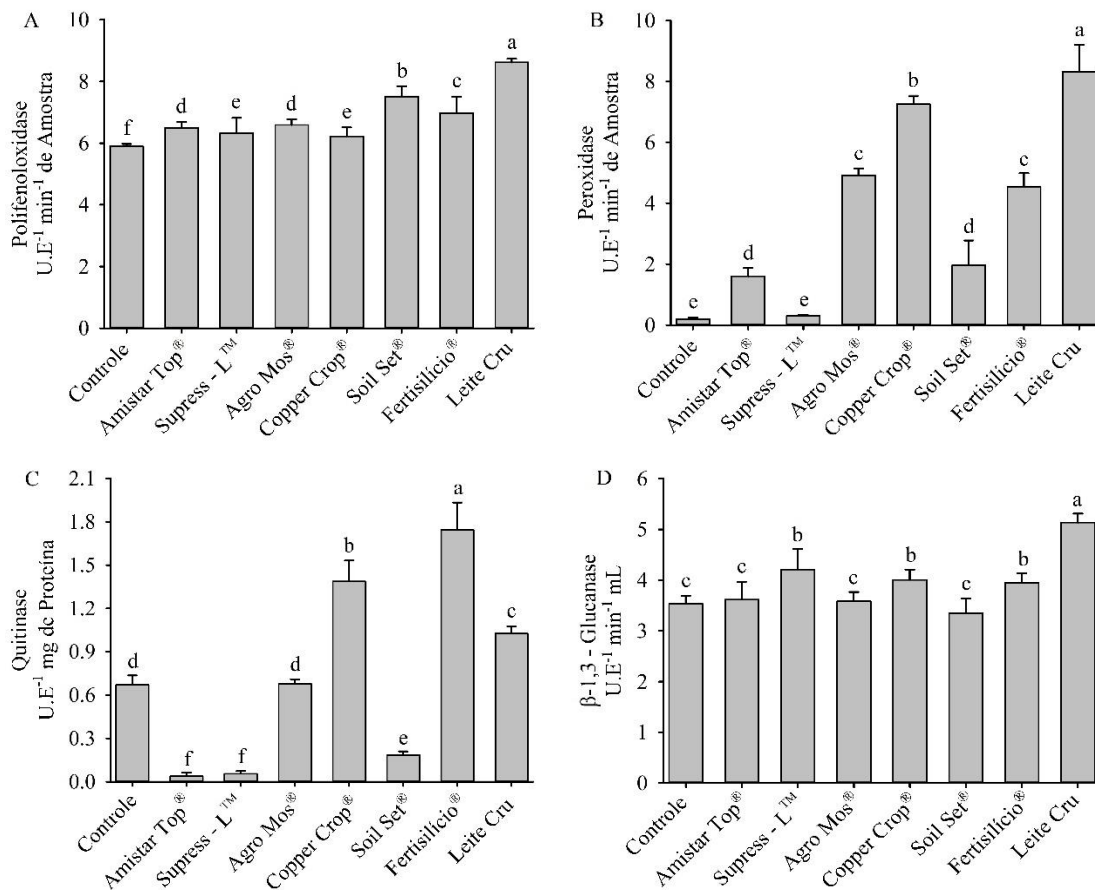


Figura 3. Atividade da polifenoloxidase (PPO) (A), peroxidase (POX) (B), quitinase (QUI) (C) e β -1,3-glucanase (GLU) (D) após aplicação de produtos e inoculação do oídio no meloeiro. As barras de erro representam o desvio padrão das médias. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na atividade da peroxidase (POX), a maioria dos tratamentos proporcionou maiores atividades em relação ao controle, exceto Supress-L™ (Figura 3B). A POX foi superior no tratamento Leite cru (8,31 U.E⁻¹ min⁻¹ mg de amostra), seguida do Copper Crop® (7,25 U.E⁻¹ min⁻¹ mg de amostra), Agro Mos® (4,92 U.E⁻¹ min⁻¹ mg de amostra) e Fertilício® (4,54 U.E⁻¹ min⁻¹ mg de amostra), que incrementaram em 4055; 3525; 2360 e 2170%, respectivamente (Figura 3B).

Os tratamentos com Fertilício® (1,27 U.E⁻¹ mg de proteína), Copper Crop® (1,39 U.E⁻¹ mg de proteína) e Leite cru (1,03 U.E⁻¹ mg de proteína) aumentaram a atividade da quitinase (QUI) em 159,70; 107,46 e 53,73%, respectivamente, em relação ao controle (0,67 U.E⁻¹ mg de proteína) (Figura 3C).

A atividade máxima da β -1,3-glucanase (GLU) foi obtida com Leite cru (5,14 U.E⁻¹ min⁻¹ mL), porém Supress-L™ (4,21 U.E⁻¹ min⁻¹ mL), Copper Crop® (4,00 U.E⁻¹ min⁻¹ mL) e Fertilício® (3,95 U.E⁻¹ min⁻¹ mL) também foram eficientes na promoção da enzima supracitada em relação ao controle. Os aumentos produzidos pelos tratamentos mencionados foram de 45,61; 19,26; 13,31 e 11,90%, respectivamente (Figura 3D).

5. DISCUSSÃO

O presente estudo respalda o uso do Leite cru como alternativa potencial para controlar a principal doença foliar do meloeiro sem o uso de pesticidas, além de induzir mecanismos de defesa da planta, uma vez que este tratamento promoveu maior atividade em três (PPO, POX e GLU) das quatro enzimas estudadas. Os resultados demonstraram que, além do Leite cru, o outro produto alternativo que proporcionou maior proteção foi o Copper Crop®, produto já utilizado no mercado agrícola.

O período de incubação foi influenciado pelo Amistar Top®, que retardou o aparecimento dos sintomas, diferentemente da incidência da doença, que não foi afetada por nenhum dos tratamentos, devido à rápida propagação deste fungo. A capacidade deste fungicida em atrasar o início da doença tem relação com suas propriedades protetoras e curativas, tendo ação inibitória na atividade enzimática da respiração mitocondrial fúngica, além de paralisar a biossíntese de esteróis em membranas por meio da atividade da C-14 desmetilase (KRÄMAR e SCHIRMER, 2007; SOUDERS et al., 2019). A eficiência do químico à base de azoxistrobina, princípio ativo do Amistar Top®, também foi verificada por Barickman et al. (2017) em cultivares de abóbora no tratamento do oídio.

O Leite cru foi capaz de reduzir a severidade da doença devido aos variados modos de ação, podendo seus constituintes atuar contra o fungo diretamente (via atuação de sais de fosfato e cálcio, que degradam a parede celular das hifas) ou indiretamente (via aumento da expressão de enzimas que fortalecem o sistema de defesa das plantas devido à biossíntese de fitoalexinas e fenóis para formar a lignina, que atua como barreira contra a penetração da estrutura de patógenos) (BETTIOL, 1999; ZATARIM et al., 2005; SUDISHA et al., 2011; LI et al., 2015). Além disso, Bettiol e Astiarraga (1998) e Medeiros et al. (2012) encontraram evidências na superfície foliar, como micélios de fungos, bactérias e cepas de leveduras supressoras do oídio, após aplicação do leite, o que também explica a eficiência deste produto.

A proteção contra o oídio após aplicação do Leite cru também foi verificada por Kamel e Afifi (2020) em ensaio conduzido com plantas de pepino em casa de vegetação. Trabalhando com cultivares de abóbora, Barickman et al. (2017) obtiveram menor severidade

do oídio após aplicações de cobre. No entanto, no mesmo trabalho verificou-se que as plantas tratadas com azoxistrobina apresentaram redução significativa na severidade (13%) quando comparado com o cobre, corroborando com o resultado encontrado no presente trabalho.

A redução da AACPD nas plantas tratadas com Leite cru, além dos mecanismos supracitados para a severidade, ocorre também porque seus constituintes alteram o pH, tornando ligeiramente básico e promovem distúrbios no desenvolvimento do fungo no início da doença, além de estimular o crescimento de microrganismos antagonistas na superfície foliar após o aparecimento do oídio (KAMEL et al., 2017). Os resultados obtidos estão de acordo com os encontrados por Kamel e Afifi (2020), que verificaram redução da AACPD (499,3) em pepino após aplicação do leite.

O Copper Crop[®], produto à base de cobre, também se mostrou eficaz, devido à atuação do íon cúprico na membrana celular, levando à desnaturação de proteínas estruturais e promovendo reações enzimáticas que bloqueiam a atividade respiratória, com a consequente inibição da germinação dos esporos (TORRE et al., 2018). Outrossim, metais pesados como o cobre são capazes de induzir, por estresse, enzimas relacionadas à defesa das plantas (CHMIELOWSKA et al., 2010).

A maior área foliar obtida no tratamento com o Leite cru ocorre devido, principalmente, ao fosfato e demais sais contidos (Ca, Fe e Mg), uma vez que estes componentes induzem à divisão e crescimento celular (EPSTEIN e BLOOM, 2006). O Amistar Top[®] também proporcionou aumento na área foliar, possivelmente devido à infestação moderada (34,6% das folhas cobertas com oídio) nas plantas deste tratamento.

O Leite cru influenciou positivamente no ° Brix em virtude de sua riqueza em potássio, nutriente de papel fundamental no transporte de solutos através do floema, potencializando o acúmulo de açúcares nos frutos (RANGEL et al., 2018).

Devido ao aumento da resistência das plantas e pequena capacidade de contaminação ambiental e alimentar, o leite é amplamente utilizado pelos agricultores no manejo de doenças em diversos países, como, por exemplo, no Brasil e Índia (SUDISHA et al., 2011). A resistência nas culturas agrícolas como o feijão (*Vigna unguiculata* L. Walp) normalmente é potencializadas de acordo com a idade da planta, sendo maior no início do ciclo da cultura (EBRAHIM et al., 2011). Porém, nas condições do presente trabalho, ao fim do ciclo do meloeiro, também foi verificados valores que promoveram proteção das plantas.

Os efeitos benéficos foram verificados no presente estudo, tendo o Leite cru promovido aumento na atividade da PPO e GLU. O incremento ocorre devido à alta

concentração de aminoácidos, que promove a atividade da GLU, a presença da tirosina, constituinte da PPO, e da glicina, que possui comprovada eficiência no aumento da enzima supracitada (MARTINS FILHO, 1987; SUDISHA et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2017). Além do Leite cru, o Fertilísio[®] também possui a capacidade de incrementar componentes fenólicos, elevando, assim, o conteúdo de enzimas protetoras como a PPO (HASAN et al., 2020), conforme observado no presente trabalho.

A superior atividade da POX obtida com o Leite cru é atribuída à composição do produto aplicado, uma vez que a lactoperoxidase, enzima pertencente à família da peroxidase, é encontrada naturalmente nas glândulas mamárias dos bovinos, além do íon fosfato, contido no leite e aplicado nas folhas, aumentando significativamente a POX (KUSSENDRAGER e VAN HOOIJDONK, 2000; WALTERS et al., 2005). Valores altos desta enzima são importantes também porque garantem o equilíbrio de espécies reativas de oxigênios (BERGER et al., 2016). Resultado semelhante foi verificado em estudo realizado com milho, após infecção com míldio (*Sclerospora graminicola*) (SUDISHA et al., 2011). Nesta pesquisa, aminoácidos e Leite cru promoveram aumento de cinco vezes da atividade da POX. A capacidade elicitora de aminoácidos e Leite cru também foi eficiente para reduzir a severidade do oídio nas culturas da videira (*Vitis vinífera* L.) e abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) (BETTIOL, 1999; CRISP et al., 2006).

Apesar da literatura relacionar a aplicação do Silício (Si) com o aumento de enzimas apenas quando aplicado nas raízes (DALLAGNOL et al., 2015), o presente estudo comprovou que a aplicação via foliar também possui eficiência no aumento da QUI. Os níveis desta enzima normalmente são baixos nas plantas superiores, como pode ser observado no tratamento controle, porém a aplicação de indutores como o Fertilísio[®] potencializa sua atividade a partir da transdução de sinal que participa do processo bioquímico indutor da defesa vegetal, aumentando a atividade de proteínas PR`s como a QUI. A atividade da QUI também foi superior após aplicação de Si nas folhas sob estresse *Sporisorium scitamineum* (DENG et al., 2020).

6. CONCLUSÕES

O Leite cru foi o melhor método de controle alternativo para o oídio, sendo equivalente ao controle químico (Amistar Top[®]), reduzindo a severidade da doença em 48,94% na comparação ao controle, e aumentando em 19,49% o ° brix do melão.

O Copper Crop[®] também foi eficiente no controle do oídio e reduziu a severidade em 29,79%. Supress-L[™] e Fertilício[®] não foram eficientes para o manejo do oídio no meloeiro na condição ambiental testada.

O presente estudo indicou que a atividade da polifenoloxidase, peroxidase, quitinase e β -1,3-glucanase estão envolvidas com o mecanismo de defesa do meloeiro, uma vez que os tratamentos com maiores atividades enzimáticas promoveram menor severidade do oídio. Dentre os produtos estudados, o Leite cru foi o que promoveu maiores atividades das enzimas estudadas.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-MONAIM, M. F.; ISMAIL, M. E.; MORSY, K. M. Induction of systemic resistance in soybean plants against *Fusarium* wilts disease by seed treatment with benzothiadiazole and humic acid. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 10, p. 2454-2465, 2012.
- AHAMMED, G. J.; YANG, Y. Mechanisms of silicon-induced fungal disease resistance in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 165, p. 200-206, 2021.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, V. E. L.; AQUINO, J. R.; SILVA FILHO, R. I. A modernização da fruticultura irrigada e seus impactos socioeconômicos e ambientais no Vale do Açu/RN. **Revista GeoInterações**, v. 2, n. 1, p. 35-56, 2018.
- ANSELMO, F. D. M.; SILVA, E. O.; FIGUEIREDO, R. W. **Conexões Ciência e Tecnologia**, v. 15, p. 01-05, 2021.
- ANUÁRIO. **Anuário Brasileiro de Horti & Fruti 2021**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2021.
- AZEVEDO, E.; BARATA, M. Diversidade no reino Fungi e a aplicações à indústria. **Revista de Ciência Elementar**, v. 6, n. 4, 077, 2018.
- BARDIVIESSO, D. M.; MARUYAMA, W. I.; PESSATO, L. E.; PEREIRA, A. C. B.; MODESTO, J. H. Adubação potássica na produção de duas cultivares de meloeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 1, p. 32-40, 2015.
- BARICKMAN, T. C.; HORGAN, T. E.; WILSON, J. C. Efficacy of fungicide applications and powdery mildew resistance in three pumpkin cultivars. **Crop Protection**, v. 101, p. 90-94, 2017.
- BASSETO, M. A.; CERESINI, P. C.; VALÉRIO FILHO, W. V. Severidade da mela da soja causada por *Rhizoctonia solani* AG-1 IA em função de doses de potássio. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 56-62, 2007.
- BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; SANTOS, J. S.; QUEIROZ, S. O. P.; ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F. Produção e qualidade de frutos de melão submetidos a dois sistemas de irrigação. **Horticultura brasileira**, v. 27, n. 1, p. 246-250, 2009.
- BERGER, L. R. R.; STAMFORD, N. P.; WILLADINO, L. G.; LARANJEIRA, D.; LIMA, M. A. B.; MALHEIROS, S. M. M.; OLIVEIRA, W. J.; STAMFORD, T. C. M. Cowpea resistance induced against *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* by crustaceous chitosan and by biomass and chitosan obtained from *Cunninghamella elegans*. **Biological control**, v. 92, p. 45-54, 2016.
- BETTIOL, W. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. **Crop Protection**, v. 18, p. 489-492, 1999.

- 45 BETTIOL, W.; ASTIARRAGA, B. D. Control of *Sphaerotheca fuliginea* in zucchini squash
46 with residue of glutamic fermentation of molasses and product of milk fermentation.
47 **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 431-435, 1998.
48
- 49 BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. Análises químicas e bioquímicas em plantas. Recife:
50 Ed. UFRPE, 2011.
51
- 52 BEZERRA, G. A.; DIAS, V. M.; SANTOS, P. H. D.; AREDES, F. A. S.; SILVEIRA, S. F.
53 **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 2, p. 172-178, 2019.
- 54 BLANCO, M. C. S. G.; GROppo, G. A.; TESSARIOLLI NETO, J. Melão (*Cucumis melo*
55 L.). IN: GRAZIANO, J. R. (org.). **Manual Técnico das Culturas**. Campinas: CATI, 1997. p.
56 77-81.
- 57 BOCKHAVEN, V. J.; VLEESSCHAUWER, D.; HÖFTE, M. Towards establishing broad-
58 spectrum disease resistance in plants: silicon leads the way. **Journal of experimental botany**,
59 v. 64, n. 5, p. 1281-1293, 2013.
- 60 BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram
61 quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**,
62 v. 72, p. 248-254, 1976.
- 63 BROTMAN, Y.; GUPTA, K. J.; VITERBO, A. *Trichoderma*. **Current Biology**, v. 20, p.
64 R390-R391, 2010.
- 65 CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; BEZERRA NETO, F.;
66 BARROS JÚNIOR, A. P. Produção e qualidade de melão amarelo influenciado por
67 coberturas do solo e lâminas de irrigação no período chuvoso. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p.
68 58-63, 2007.
69
- 70 CAMPOS, Â. D.; FERREIRA, A. G.; HAMPE, M. M. V.; ANTUNES, I. F.; BRANCÃO, N.;
71 SILVEIRA, E. P. D.; OSÓRIO, V. A.; AUGUSTIN, E. Atividade de peroxidase e
72 polifenoxidase na resistência do feijão à antracnose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.
73 39, n. 7, p. 637-643, 2004.
74
- 75 CHAGAS, F.; POLONIO, J. C.; RUVOLLO, M. C. C. T.; ALENCAR, J. P.; CONTE, H.
76 Controle biológico em sistema orgânico de produção por agricultores da cidade de Maringá
77 (Paraná, Brasil). **Ciência e Natura**, v. 38 n. 2, p. 637-647, 2016a.
- 78 CHAGAS, L. F. B.; CASTRO, H. G.; COLONIA, B. S. O.; CARVALHO FILHO, M. R.;
79 MILLER, L. O.; CHAGAS JUNIOR, A. F. Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth
80 promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole
81 acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 1- 11, 2016b.
- 82 CHMIELOWSKA, J.; VELOSO, J.; GUTIÉRREZ, J.; SILVAR, C.; DÍAZ, J. Cross-
83 protection of pepper plants stressed by copper against a vascular pathogen is accompanied by
84 the induction of a defence response. **Plant Science**, v. 178, n. 2, p. 176-182, 2010.
- 85 CRISP, P.; WICKS, T. J.; TROUP, G.; SCOTT, E. S. Mode of action of milk and whey in the
86 control of grapevine powdery mildew. **Australasian Plant Pathology**, v. 35, n. 5, p. 487-
87 493, 2006.
88

- 89 CURY, T. N.; MARIA, I. C.; BOLONHEZI, D. Biomassa radicular da cultura de cana-de-
90 açúcar em sistema convencional e plantio direto com e sem calcário. **Revista Brasileira de**
91 **Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1929-1938, 2014.
- 92 DALLAGNOL, L. J.; RODRIGUES, F. A.; PASCHOLATI, S. F.; FORTUNATO, A. A.;
93 CAMARGO, L. E. A. Comparison of root and foliar applications of potassium silicate in
94 potentiating post-infection defences of melon against powdery mildew. **Plant Pathology**, v.
95 64, p. 1085-1093, 2015.
- 96
- 97 DALLAGNOL, L. J.; RODRIGUES, F. A.; TANAKA, F. A. O.; AMORIM, L.; CAMARGO,
98 L. E. A. **Plant Pathology**, v. 61, p. 323–330, 2012.
- 99
- 100 DANN, E. K.; MUIR, S. Peas grown in media with elevated plant-available silicon levels
101 have higher activities of chitinase and β -1, 3-glucanase, are less susceptible to a fungal leaf
102 spot pathogen and accumulate more foliar silicon. **Australasian Plant Pathology**, v. 31, n. 1,
103 p. 9-13, 2002.
- 104 DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; DEREN, C. W. Influence of silicon fertilizer grades on
105 blast and brown spot development and on rice yields. **Plant Disease**, v. 76, p. 1011–1013,
106 1992.
- 107 DENG, Q.; WU, J.; CHEN, J.; SHEN, W. Physiological Mechanisms of Improved Smut
108 Resistance in Sugarcane Through Application of Silicon. **Frontiers in Plant Science**, v. 11,
109 n. 568130, p. 1-13, 2020.
- 110 EBRAHIM, S.; USHA, K.; SINGH, B. Pathogenesis related (PR) proteins in plant defense
111 mechanism. **Science Against Microbial Pathogens**, v. 2, p. 1043-1054, 2011.
- 112 EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e**
113 **perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006.
- 114
- 115 FARIA, G. S.; VERZIGNASSI, J. S.; TESSMANN, D. J.; LORENZETTI, E. R.;
116 GASPAROTTO, F. Controle de oídio em pepino parternocárpico com produtos alternativos
117 em cultivo protegido. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 4, p. 205-207, 2011.
- 118 FAUTEAUX, F.; BOREAL, W. R.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon and plant
119 disease resistance against pathogenic fungi. **FEMS Microbiology Letters**, v. 249, n. 1, p. 1-
120 6, 2005.
- 121 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO.
122 2021. The agricultural production domain covers. Disponível em:
123 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acessado em: 16 ago. 2021.
- 124 GAO, Y. J.; FU, W. J.; LIU, J.; CHEN, Y. J.; DAI, G. H. Morphological changes of
125 *Podosphaera xanthii* and induced biochemical defenses of cucumber after treated by (+)-(S)-
126 ar-turmerone. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 112, p. 101524, 2020.
- 127 GRANGEIRO, L. C.; COSTA, N. D. Cultivares. In: COSTA, N. D. (org.). **Sistema de**
128 **produção de melão**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina. Embrapa
129 Semiárido, 2016. (Sistemas de Produção, 5).
- 130
- 131 HAMANN, J.; KRÖMKER, V. Potencial of specific milk composition variables for cow
132 health management. **Livestock Production Science**, v. 48, n. 1, p. 201-208, 1997.

- 133 HARMAN, G. E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. **Phytopathology**.
134 v. 96, n. 02, p. 190-194, 2006.
- 135 HASAN, K. A.; SOLIMAN, H.; BAKA, Z.; SHABANA, Y. M. Efficacy of nano-silicon in
136 the control of chocolate spot disease of *Vicia faba* L. caused by *Botrytis fabae*. **Egyptian**
137 **Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 7, n. 1, p. 53-66, 2020.
- 138 HE, L. M.; CUI, K.; MA, D.; SHEN, R.; HUANG, X.; JIANG, J.; UM, W.; LIU, F. Activity,
139 Translocation, and Persistence of Isopyrazam for Controlling Cucumber Powdery Mildew.
140 **Plant Disease**, v. 101, n. 7, p. 1139-1144, 2017.
141
- 142 HOSOYA, K.; NARISAWA, K.; PITRAT, M.; EZURA, H. Race identification in powdery
143 mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) on melon (*Cucumis melo*) in Japan. **Plant Breeding**, v. 118,
144 p. 259-262, 1999.
- 145 HYODO, H.; YANG, S.F. Ethylene-enhanced synthesis of phenylalanine ammonia lyase in
146 pea seedlings. **Plant Physiology**, v. 47, p. 765-770, 1971.
- 147 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2021. Disponível
148 em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 16 ago. 2021.
- 149 JUNG, L. F. **Fungos endofíticos de citros no controle biológico de *Phyllosticta citricarpa***.
150 2012. 123 f. Dissertação (Mestrado em Genética) – Programa de Pós-Graduação em Genética.
151 Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- 152 KAMEL, S. M.; AFIFI, M. M. I. Controlling Cucumber Powdery Mildew using Cow Milk
153 and Whey under Greenhouse Conditions. **Egyptian Journal of Phytopathology**, v. 48, n. 1,
154 p. 58-70, 2020.
- 155 KAMEL, S. M.; KETTA, H. A.; EMERAN, A. A. Efficacy of Raw Cow Milk and Whey
156 against Cucumber Powdery Mildew Disease Caused by *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.)
157 Pollacci under Plastic House Conditions. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v.
158 27, n. 1, p. 135-142, 2017.
- 159 KRÄMAR, W.; SCHIRMER, U. **Modern Crop Protection Compounds**. V2: Fungicides.
160 Weinheim: Wiley, 2007.
161
- 162 KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças das cucurbitáceas. (abóbora, abobrinha, chuchu,
163 melancia, melão, moranga, pepino). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, O.
164 A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (org.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo:
165 Ceres, 1997. p. 325-337.
166
- 167 KUSSENDRAGER, K. D.; VAN HOOIJDONK, A. C. M. Lactoperoxidase:
168 PhysicoChemical properties, occurrence, mechanism of action and application. **Brit. J. Nutr.**,
169 v. 84, p. 19-25, 2000.
- 170 KAMBLE, M.; V.; JOSHI, S.; M.; HADIMANI, S.; JOGAIHAH, S. Biopriming with
171 rhizosphere *Trichoderma harzianum* elicit protection against grapevine downy mildew
172 disease by triggering histopathological and biochemical defense responses. **Rhizosphere**, v.
173 19, p. 100398, 2021.
- 174 LEITE, N. O. G.; CHAGAS, A. B.; COSTA, M. L. A.; FARIAS, L. R. A.; CUNHA, A. L.;
175 ROCHA, M. A. N. Influências das interações Patógeno-Hospedeiro-Meio Ambiente nas

- 176 funções Biológicas das plantas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10,
177 e469108126, 2020.
- 178 LI, B.; ZHAO, Y.; ZHU, Q.; ZHANG, Z.; FAN, C.; AMANULLAH, S.; GAO, P.; LUAN, F.
179 Mapping of powdery mildew resistance genes in melon (*Cucumis melo* L.) by bulked
180 segregant analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 220, p. 160-167, 2017.
- 181 LI, H.; WANG, Y.; LIU, F.; YANG, Y.; WU, Z.; CAI, H.; ZHANG, Q.; WANG, Y.; LI, P.
182 Effects of chitosan on control of postharvest blue mold decay of apple fruit and the possible
183 mechanisms involved. **Scientia Horticulturae**, v. 186, p. 77-83, 2015.
- 184 LINS, H. A.; SILVA, T. S.; RIBEIRO, R. M. P.; SOUZA, M. F.; FREITAS, M. A. M.;
185 ALBUQUERQUE, J. R. T.; SILVA, D. V. Crescimento inicial do melão após aplicação de
186 herbicidas em pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 3, p. 611-1-8,
187 2018.
- 188
189 LU, D. J.; ZHOU, Q. K.; ZHENG, G. B.; YU, Z. T. A biological study on *Oidium heveae*.
190 **Chinese Journal of Tropical Crops**, v. 3, p. 63–70, 1982.
- 191 MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends Plant Sci.**,
192 v. 11, n. 8, p. 392-397, 2006.
- 193 MAGRO, D. Supermagro: a receita completa. **Boletim da Associação de Agricultura**
194 **Orgânica**, n. 16, p. 3-4, 1994.
- 195 MARTÍNEZ, F. D.; SANTOS, M.; CARRETERO, F.; MARÍN, F. **Journal of The Science of**
196 **Food and Agriculture**, v. 96, p. 1934–1944, 2016.
- 197 MARTINS FILHO, J. **Como e porque amamentar seu filho**. São Paulo: Sarvier, 1987.
- 198 MEDEIROS, F. H. V.; BETTIOL, W.; SOUZA, R. M.; ALVES, E.; PINTO, Z. V.; LOST, R.
199 Microorganisms, application timing and fractions as players of the milk-mediated powdery
200 mildew management. **Crop Protection**, v. 40, p. 8-15, 2012.
- 201
- 202 MULLER, N. G.; FASOLO, D.; PINTO, F. P.; BERTÊ, R.; MULLER, F. C. Potencialidades
203 fitoquímicas do melão (*Cucumis melo* L.) na região Noroeste do Rio Grande do Sul – Brasil.
204 **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 2, p. 194-198, 2013.
- 205 NUNES, H. T. **Agentes microbianos no controle de nematoides e fungos fitopatogênicos**
206 **de soja e sua compatibilidade com agroquímicos**. 2008. 75 f. Tese (Doutorado em
207 Microbiologia Agropecuária) – Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências
208 Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2008.
- 209 OLIVEIRA, A. G.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; SANTOS, G. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS,
210 L. F. B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp.
211 **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7, n. 3, p. 149-
212 155, 2012.
- 213 OSZAKO, T.; VOITKA, D.; STOCKI, M.; STOCKA, N.; NOWAKOWSKA, J. A.;
214 LINKIEWICZ, A.; HSIANG, T.; BELBAHRI, L.; BEREZOVSKA, D.; MALEWSKI, T.
215 *Trichoderma asperellum* efficiently protects *Quercus robur* leaves against *Erysiphe*
216 *alphitoides*. **Eur J Plant Pathol.**, v. 159, p. 295–308, 2021.

- 217 PANDEY, S.; ANSARI, W. A.; ATRI, N.; SINGH, B. Standardization of screening technique
218 and evaluation of muskmelon genotypes for drought tolerance. **Plant Genetic Resources**, v.
219 16, n. 1, p. 1-8, 2016.
220
- 221 PORTO, M. A. F.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NASCIMENTO, S. R. C.; CRUZ, B. L. S.;
222 TORRES, T. M. Interaction of *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia*
223 *solani* as root rot pathogens of *Cucumis melo*. **Summa Phytopathol.**, v. 45, n. 4, p. 355-360,
224 2019.
225 RABOU, A. M. A. B. D. Breeding Melon (*Cucumis melo* L.) for resistance to powdery
226 mildew and fruit quality characteristics. **Annals of Agricultural Science**, Moshtohor, v. 59,
227 n. 1, p. 75-86, 2021.
- 228 RAMOS, A. R. P.; SANTOS, R. L.; AMARO, A. C. E.; FUMES, L. A. A.; BOARO, C. S. F.;
229 CARDOSO, A. I. I. Eficiência do silicato de potássio no controle do oídio e no
230 desenvolvimento de abobrinha de moita. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 432-438,
231 2013.
232
- 233 RANGEL, P. P.; PÉREZ, L. S.; ROBLES, M. A. G.; ESPINOZA, F. H. R.; GARAY, A. V.
234 A.; HERNÁNDEZ, M. F.; AMADOR, B. M. Increasing doses of potassium increases yield
235 and quality of muskmelon fruits under greenhouse. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 2, p.
236 184-188, 2018.
237
- 238 REIFSCHNEIDER, F. J. B.; BOITEUX, L. S.; OCCHIENA, E. M. Powdery mildew on
239 melon (*Cucumis melo*) caused by *Sphaerotheca fuliginea* in Brazil. **Plant Disease**, v. 69, n.
240 12, p. 1069-1070, 1985.
- 241 RENNÓ, C. S. M.; OLIVEIRA, R. R.; MACHADO, A. M. B. Levantamento da
242 biodiversidade de fungos macroscópicos do Observatório pico dos dias. **Revista Científica**
243 **Universitas**, v. 3, n. 2, 2016.
- 244 ROEL, A. R.; LEONEL, L. A. K.; FAVARO, S. P.; ZATARIM, M.; MOMESSO, C. M. V.;
245 SOARES, M. V. Avaliação de fertilizantes orgânicos na produção de alface em Campo
246 Grande, MS. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 3, p. 325-329, 2007.
- 247 RUANGWONG, O. U.; WONGLOM, P.; PHOKA, N.; SUWANNARACH, N.; LUMYONG,
248 S.; ITO, S. I.; SUNPAPAO, A. Biological control activity of *Trichoderma asperelloides* PSU-
249 P1 against gummy stem blight in muskmelon (*Cucumis melo*). **Physiological and Molecular**
250 **Plant Pathology**, v. 115, p. 101663, 2021.
- 251 RUR, M.; RÄMERT, B.; HÖKEBERG, M.; VETUKURI, R. R.; GRENVILLE-BRIGGS, L.;
252 LILJEROTH, E. Screening of alternative products for integrated pest management of cucurbit
253 powdery mildew in Sweden. **European Journal Plant Pathology**, v. 150, p. 127–138, 2018.
254
- 255 SALES JÚNIOR, R.; SENHOR, R. F.; MICHEREFF, S. J.; NEGREIROS, A. M. P. Reaction
256 of melon genotypes to the root's rot caused by *Monosporascus*. **Revista Caatinga**, Mossoró,
257 v. 32, n. 1, p. 288–294, 2019.
- 258 SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; CAFÉ-FILHO, A. D. Doenças fúngicas,
259 bacterianas e abióticas. In: SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L. (org.). **Tecnologias para**
260 **produção sustentável da melancia no Brasil**. Tocantins: UFT, 2011. p. 95-150.

- 261 SARHAN, E. A. D.; ABD-ELSYED, M. H. F.; EBRAHIEM, A. M. Y. **Egyptian Journal of**
262 **Biological Pest Control**, v. 30, n. 65, p. 1-7, 2020.
- 263 SAWANT, I. S.; WADKAR, P. N.; GHULE, S. B.; SALUNKHE, V. P.; CHAVAN, V.;
264 SAWANT, S. D. Induction of systemic resistance in grapevines against powdery mildew by
265 *Trichoderma asperelloides* strains. **Australasian Plant Pathology**, v. 49, n. 2, p. 107-117,
266 2020.
- 267 SILVA, J. C.; TORRES, D. B.; LUSTOSA, D. C.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. Rice
268 sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon.
269 **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém-PA, v. 55, n. 4,
270 p. 243-250, 2012.
- 271 SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSANITÁRIOS – AGROFIT. 2021. Disponível em:
272 http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 16 ago.
273 2021.
- 274 SOARES, P. L. M. **Estudo do controle biológico de fitonematoides com fungos**
275 **nematófagos**. 2006. 252 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista
276 “Júlio De Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.
- 277 SOLIMAN, M. H.; EL-MOHAMEDY, R. S. R. Induction of Defense-Related Physiological
278 and Antioxidant Enzyme Response against Powdery Mildew Disease in Okra (*Abelmoschus*
279 *esculentus* L.). Plant by Using Chitosan and Potassium Salts. **Mycobiology**, v. 45 n. 4, p. 409-
280 420, 2017.
- 281 SOUDERS II, C. L.; XAVIER, P.; RODRIGUEZ, V. P.; ECTOR, N.; ZHANG, J.;
282 MARTYNIUK, C. J. Sub-lethal effects of the triazole fungicide propiconazole on zebrafish
283 (*Danio rerio*) development, oxidative respiration, and larval locomotor
284 activity. **Neurotoxicology and teratology**, v. 74, p. 106809, 2019.
- 285 STADNIK, M. J.; KOBORI, R. F.; BETTIOL, W. Oídios de cucurbitáceas. In: STADNIK,
286 M. J.; RIVERA, M. C. (org.). **Oídios**. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 217-
287 254.
- 288 STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; TOLEDO, M. V.; PORTZ, R. L.; SCHWAN-
289 ESTRADA, K. R. F.; PASCHOLATI, S. F. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia**
290 **Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 1, p. 18-46, 2010.
- 291 STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F.; LABATE, C. A. Efeito de *Phaeoisariopsis*
292 *griseola* na atividade de ribulose-1,5-bifosfato carboxilase-oxigenase, clorofilase, μ -1,3-
293 glucanase e quitinase em cultivares de *Phaseolus vulgaris*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p.
294 59-66, 2000.
- 295 SUDISHA, J. K. A.; AMRUTHESH, K. N.; NIRANJANA, S. R.; SHETTY, H. S. Elicitation
296 of resistance and defense related enzymes by raw cow milk and amino acids in pearl millet
297 against downy mildew disease caused by *Sclerospora graminicola*. **Crop Protection**, v. 30,
298 n.1, p. 794-801, 2011.
- 299 TAI, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers,
300 2006.
- 301 TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SOARES, L. H.; UMBURANAS, R. C.; REICHARDT,
302 K.; DOURADO NETO, D. Foliar and Seed Application of Amino Acids Affects the

- 303 Antioxidant Metabolism of the Soybean Crop. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 327, p. 1-
304 14, 2017.
- 305 TERAQ, D.; BATISTA, D. C.; BARBOSA, M. A. G. Doenças causadas por fungos. In:
306 COSTA, N. D. (org.). **Sistema de produção de melão**. Brasília, DF: Embrapa Informação
307 Tecnológica; Petrolina. Embrapa Semiárido, 2016. (Sistemas de Produção, 5).
- 308 TERAQ, D.; NECHET, K. L.; VIEIRA, B. A. H.; DIAS, R. C. S. **Identificação e manejo de**
309 **doenças fúngicas da melancia**. Embrapa Meio Ambiente – Comunicado técnico 58
310 (INFOTECA-E), 2019.
- 311 TORRE, A. L.; IOVINO, V. CARADONIA, F. Copper in plant protection: current situation
312 and prospects. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 57, n. 2, p. 201–236, 2018.
- 313 UBALUA, A. O.; OTI, E. Antagonistic properties of *Trichoderma viride* on post harvest
314 cassava root rot pathogens. **African Journal of Biotechnology**, v. 06, n. 21, p. 2447-2450,
315 2007.
- 316 VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A.; FREIRE, F.; CARDOSO, J. E.; VIDAL, J. C. (2001).
317 **Recomendações para o controle das principais doenças que afetam a cultura do melão**
318 **na região Nordeste**. Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E).
- 319 WALTERS, D.; WALSH, D.; NEWTON, A.; LYON, G. Induced resistance for plant disease
320 control: maximizing the efficacy of resistance elicitors. **Phytopathology**, v. 95, n. 12, p.
321 1368–1373, 2005.
- 322 WANG, S.; YAN, W.; YANG, X.; ZHANG, J.; SHI, Q. Comparative methylome reveals
323 regulatory roles of DNA methylation in melon resistance to *Podospaera xanthii*. **Plant**
324 **Science**, v. 309, p. 110954, 2021.
- 325 WANG, Y.; WU, D.; HUANG, J.; TSAO, S.; HWU, K.; LO, H. Mapping quantitative trait
326 loci for fruit traits and powdery mildew resistance in melon (*Cucumis melo*). **Botanical**
327 **Studies**, v. 57, 19, 2016.
- 328 Wei T, Simko V, Levy M, Xie Y, Jin Y, Zemla J (2017) R Package "corrplot" Statistician
329 56:24.
- 330 WIRTH, S. J.; WOLF, G. A. Micro-plate colorimetric assay for endoacting cellulase,
331 xylanase, chitinase, 1,3-β-glucanase and amylase extracted from forest soil horizons. **Soil**
332 **Biology and Biochemistry**, v. 24, p. 511-519, 1992.
- 333 YUSTE-LISBONA, F. J.; LÓPEZ-SESÉ, A. I.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, M. L. Inheritance of
334 resistance to races 1, 2 and 5 of powdery mildew in the melon TGR-1551. **Plant Breeding**, v.
335 19, n. 1, p. 72-75, 2010.
- 336 ZATARIM, M.; CARDOSO, A. I. I.; FURTADO, E. L. Efeito de tipos de leite sobre oídio
337 em abóbora plantadas a campo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 198-201, 2005.
- 338 ZHAO, L.; WANG, Y.; KONG, S. Effects of *Trichoderma asperellum* and its siderophores
339 on endogenous auxin in *Arabidopsis thaliana* under iron-deficiency stress. **International**
340 **Microbiology**, v. 23, n. 4, p. 501-509, 2020.
- 341 ZITTER, T. A.; HOPKINS, D. L.; THOMAS, C. E. **Compendium of cucurbit diseases**. St.
342 Paul: APS, 1996.