

CRISTIANE LIMA DA SILVA

**ALTERNATIVAS NO CONTROLE DO CRESTAMENTO GOMOSO EM
MELOEIRO**

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

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Orientador(a): Prof^o. Dr^o. Delson Laranjeira

Co-Orientador(a): Dr^a. Maria Angélica Guimarães Barbosa

**RECIFE-PE
FEVEREIRO -2015**

Ficha catalográfica

S586a Silva, Cristiane Lima da
Alternativas no controle do cretamento gomoso em
meloeiro / Cristiane Lima da Silva. – Recife, 2015.
85 f. : il.

Orientador(a): Delson Laranjeira.
Tese (Doutorado em Fitopatologia) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Agronomia, Recife, 2015.
Referências.

1. Cucumis melo 2. Didymella bryoniae 3. Leveduras
4. Resistência genética 5. Acibenzolar-S-methyl 6. Controle
biológico I. Laranjeira, Delson, orientador II. Título

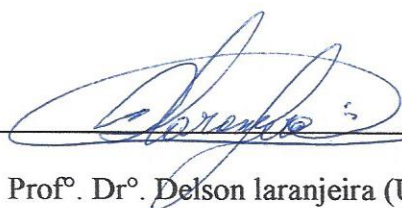
CDD 632

**ALTERNATIVAS NO CONTROLE DO CRESTAMENTO GOMOSO EM
MELOEIRO**

CRISTIANE LIMA DA SILVA

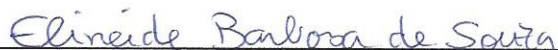
Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 26/02/15

ORIENTADOR:

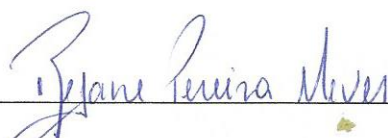


Prof.º Dr.º Delson Laranjeira (UFRPE)

EXAMINADORES:



Prof.ª Dr.ª Elineide Barbosa de Souza (UFRPE)



Prof.ª Dr.ª Rejane Pereira Neves



Prof.ª Dr.ª Sônia Maria Alves de Oliveira



Dr.ª Viviane Maria da Silva

**RECIFE-PE
FEVEREIRO- 2015**

A minha família, em especial a minha mãe Marusia Lima da Silva, por ter me apoiado incondicionalmente na materialização das minhas conquistas, e por nunca ter deixado eu desistir mesmo diante das dificuldades.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças e por ter sido meu pilar de sustentação nos momentos mais difíceis desta caminhada.

Ao professor Dr^o Delson Laranjeira, por ter me orientado.

A pesquisadora Dr^a Maria Angélica Guimarães Barbosa, por ter me dado todo suporte para a realização da pesquisa, pelo apoio intelectual e pelas valiosas contribuições na correção da tese.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia (PPGF) por me possibilitar compartilhar conhecimentos na área de fitopatologia.

A Embrapa Semiárido (Petrolina-PE), pela disponibilidade de material e local para realização da pesquisa.

A equipe do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Semiárido, pela ajuda na realização dos ensaios, especialmente ao funcionário Cícero Barbosa que não mediu esforços para me auxiliar.

Aos pesquisadores da Embrapa Semiárido Carlos Alberto Tuão Gava e Rita de Cássia Souza Dias, pelo apoio intelectual na realização da pesquisa.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de bolsa de estudo.

Meu eterno agradecimento, a minha mãe Marusia Lima da Silva, meu pai Vicente Ferreira da Silva, meus irmãos Leonardo Lima da Silva e Viviane Lima da Silva, meu sobrinho Marlon Brito dos Santos Filho e meu namorado Francisco Manoel de Assis Filho, pois cada um contribuiu de forma especial com incentivo, apoio e companheirismo para que eu concluísse essa importante etapa da minha vida.

Aos queridos amigos, Conrado Queiroz, Hilçana Albuquerque, Rafaela Rosa e Jucyene Ferreira, pela ajuda, e pelo apoio emocional, nos momentos que mais precisei durante o desenvolvimento da pesquisa.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para que eu concluísse o doutorado.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	viii
GENERAL ABSTRACT.....	x
Capítulo I.....	12
INTRODUÇÃO GERAL.....	13
Características gerais da cultura do meloeiro e importância econômica do melão.....	13
Crestamento gomoso: agente etiológico, sintomatologia e controle.....	15
Indução de resistência.....	17
Controle biológico.....	19
Controle genético.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
Capítulo II.....	34
ACIBENZOLAR-S-METIL NO CONTROLE DO CRESTAMENTO GOMOSO EM MELOEIRO.....	35
Resumo.....	35
Introdução.....	36
Material e Métodos.....	37
Resultados e Discussão.....	39
Referências.....	41
Capítulo III.....	47
ISOLAMENTO E SELEÇÃO DE LEVEDURAS NO CONTROLE DO CRESTAMENTO GOMOSO EM MELOEIRO.....	48
Resumo.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	50
Resultados.....	55
Discussão.....	65
Conclusões.....	68
Referências.....	68
Capítulo IV.....	73
CONTROLE INTEGRADO DO CRESTAMENTO GOMOSO EM MELOEIRO PELO USO DE RESISTÊNCIA GENÉTICA E LEVEDURAS.....	74
Resumo.....	74

Introdução.....	75
Material e Métodos.....	77
Resultados.....	80
Discussão.....	83
Conclusões.....	86
Referências.....	86
CONCLUSÕES GERAIS.....	90

RESUMO GERAL

O presente trabalho teve como objetivos: avaliar a eficiência do indutor de resistência acibenzolar-S-methyl (ASM) no controle do cretamento gomoso; isolar e testar leveduras no biocontrole do cretamento gomoso; selecionar genótipos de meloeiro resistentes ao cretamento gomoso; integrar os diferentes métodos de controle testados, em condições de campo. As doses 0; 12,5; 25; 40; 50 mg do i. a. L⁻¹ do indutor de resistência ASM foram testadas via tratamento de sementes e pulverização ou somente por pulverização, bem como, a influência das épocas de aplicação do indutor 1, 3, 5 e 9 dias antes da inoculação com o patógeno. O ASM não induziu resistência nas plantas, independente da dose e da forma de aplicação do indutor, bem como, não houve influência da época de aplicação, na redução da severidade da doença. Leveduras foram isoladas de folhas, ramos e flores de meloeiro sadio, caracterizadas morfolologicamente e bioquimicamente, e agrupadas a partir da similaridade dessas características. Foram selecionados 80 isolados, a partir dos 27 grupos formados e avaliados para biocontrole do cretamento gomoso em meloeiro. Os isolados L227, L219 e L58 se destacaram em relação aos demais e foram reavaliados para confirmar a eficiência no biocontrole da doença, a partir das variáveis Período de incubação, Severidade final e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença, além disso, também foi investigado mecanismos de ação desses isolados. Os isolados L227, L219 e L58 mantiveram a eficiência em reduzir o cretamento gomoso em meloeiro, e foram capazes de produzir metabólitos antifúngicos, que inibiram e alteraram a morfologia das hifas do patógeno *in vitro*, mas não as inviabilizaram. Doze genótipos de meloeiro foram avaliados quanto à reação ao cretamento gomoso, em ensaios a campo. Todos apresentaram reação moderadamente resistente a doença, inclusive os híbridos comerciais. Os isolados de leveduras L227, L219 e L58 foram combinados com dois genótipos de meloeiro (Linhagem 8 e híbrido comercial 10/00), em campo, e essa integração foi eficiente no controle do cretamento gomoso e no incremento do teor de sólidos solúveis dos frutos. No presente trabalho, o ASM não foi eficiente para controle do cretamento gomoso. Leveduras mostraram grande potencial para controle de *D. bryoniae* em meloeiro. Os genótipos avaliados podem ser utilizados como fonte de resistência moderada ao cretamento gomoso. O efeito combinado dos isolados de leveduras com os genótipos reduziram a severidade da doença e aumentaram os teores de sólidos solúveis nos frutos.

Palavras-chaves: *Cucumis melo*, *Didymella bryoniae*, leveduras, resistência genética, acibenzolar-S-methyl, controle biológico.

GENERAL ABSTRACT

The gummy caused by the fungus *D. bryoniae* is a major disease of melon. Control of this disease is carried out by the use of certain cultural practices, combined with the use of various fungicides. The growing concern for sustainability in agricultural systems, encourages the use of control methods that minimize or eliminate the use of chemicals. In this context, this study aimed to (i) evaluate the ASM resistance inducer efficiency for controlling gummy; (ii) to isolate and test the yeast biocontrol gummy; (iii) select melon genotypes resistant gummy; (iv) integrate the different control methods tested in field conditions. Levels of were tested 0; 12.5; 25; 40; 50 mg i. a. L-1 ASM resistance inducer as seed treatment, spray or by spraying only, and there has been the influence of the application intervals of the inductor 1, 3, 5 and 9 days before inoculation with the pathogen. Only plants treated with the fungicide Difenoconazole (0.3 mL L⁻¹) reduced the severity gummy, with the treated seeds or not the other inducing treatments did not differ from plants treated with water. There was no significant difference between the inductor application intervals, before inoculation with *D. bryoniae*. The ASM was not efficient to control gummy. Yeasts were isolated from leaves, branches and flowers of healthy melon, characterized morphologically and biochemically, and from the similarity of these characteristics were grouped in a dendrogram. Eighty isolates were selected from the 27 groups formed in the previous analysis and evaluated for biocontrol gummy melon, home-de-vegetation. The L227 isolated, L219 and L58 that stood out in controlling the disease were evaluated to confirm the efficiency of biocontrol gummy, based on the variables PI, SF and AUDPC also was also investigated two mechanisms of action of these isolates. The isolated L227, L219, and L58 stood out as efficient in reducing the gummy and were able to produce volatile and nonvolatile inhibiting fungal growth *in vitro*, as well as altered the morphology of hyphae, but not unfeasible. Of the 12 genotypes evaluated melon for resistance to gummy, all showed moderately resistant reaction in two consecutive years in the field trials, including hybrids. The final severity of the genotypes ranged between 2.8 and 3.5 and AACPDs ranged from 70.6 to 92.9. These genotypes have the potential to be used as a promising source of resistance against gummy. On the pitch, isolated from yeast L227, L219 and L58 were combined with two melon genotypes (Line 8 and hybrid commercial 10/00) and this integration was very efficient to control gummy and fruit yield. The combined effect of genotypes isolated with reduced disease severity and increased levels in ° Brix fruit.

Keywords: *Cucumis melo*, *D. bryoniae*, yeast, genetic resistance, acibenzolar-S-methyl, biological control.

ALTERNATIVAS NO CONTROLE DO CRESTAMENTO GOMOSO EM MELOEIRO

Introdução geral

Características gerais da cultura do meloeiro e importância econômica do melão

O meloeiro é uma hortaliça que pertence à família botânica Cucurbitaceae, ao gênero *Cucumis* e à espécie *Cucumis melo* L. Esta espécie tem como característica, plantas anuais e herbáceas, com grande diversidade de variedades botânicas. Formam muitas hastes ou ramificações, que podem ser conduzidas de forma rasteira ou trepadeira, permitindo o cultivo tutorado em estufas (FONTES; PUIATTI, 2005).

As folhas são alternadas, simples, palmadas, pentalobadas, angulosas quando jovens, e subcordiformes quando completamente desenvolvidas e com formação de gavinhas nas axilas. O sistema radicular é ramificado, fasciculado e consiste numa raiz principal curta e densa, da qual partem as raízes laterais que crescem superficialmente e cujo maior volume situa-se 20 cm abaixo da superfície do solo (ALVARENGA; RESENDE, 2002).

O fruto é uma baga carnuda, que varia de forma, tamanho e coloração, de acordo com as cultivares, contendo de 200 a 600 sementes por fruto. É consumido “in natura”, possui propriedades estimulantes, diuréticas e laxativas, tem expressivo valor nutritivo na forma de 14 hidratos de carbono e vitaminas, além de fósforo e cálcio. Sob condições favoráveis, a maturação do fruto ocorre no período de 6 a 7 semanas após a polinização (COSTA; GRANGEIRO, 2003).

A cultura do meloeiro é bastante influenciada pelo clima em todas as fases do seu desenvolvimento, desde a germinação das sementes até a produção dos frutos. A temperatura ideal para o cultivo do meloeiro varia entre 25 e 30 °C, luminosidade entre 2.000 horas a 3.000 horas/ano e umidade entre 65 a 75%. O solo pode ser de qualquer tipo, contanto que sejam bem drenados, pouco arenosos e profundos (COSTA, 2008).

O meloeiro é uma planta altamente polimórfica, existindo sete variedades botânicas de interesse para a agricultura, no entanto, no Brasil, são cultivados tipos comerciais de apenas duas variedades botânicas; *Cucumis melo* var. *inodorus* Naud. e *C. melo* var. *cantaloupenses* Naud. Os melões pertencentes ao grupo *inodorus* possuem características tais como: casca lisa ou levemente enrugada, coloração amarela, branca ou levemente verde-escura e sem aroma (inodoro). A polpa é geralmente espessa (20 mm a 30 mm), de coloração que varia de branca a

verde-clara. Já os melões pertencentes ao grupo *cantalupensis*, são aromáticos, podendo ter casca recoberta com rendilhamento corticoso, de coloração ligeiramente amarelada a esverdeada ou coloração verde rugosa, apresentando gomos ou costelas bem características, no sentido longitudinal. A polpa é espessa com cerca de 25 mm, com coloração variando de amarela a salmão, enquanto aqueles com costelas têm cor de polpa variando de laranja a salmão (CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2013).

Para facilitar a comercialização, os melões cultivados são agrupados numa classificação comercial por Tipo, considerando “Tipo” um grupo de cultivares com características semelhantes, facilmente identificadas e diferenciadas das demais pelo aspecto da casca, cor, presença ou ausência de suturas quando maduro, cicatrizes, reticulação ou rendilhamento, formato do fruto e cor da polpa. (CRISÓSTOMO; ARAGÃO, 2013).

Aproximadamente 98% das cultivares de melão plantadas no Brasil são do Tipo Amarelo. Características como frutos maiores, resistência ao transporte, conservação pós-colheita (até 30 dias), facilidade de comercialização e preferência do mercado consumidor, favorecem o plantio de cultivares desse Tipo nas regiões produtoras de melão. Os outros 2% das cultivares plantadas são dos Tipos Cantaloupe, Pele de Sapo, Honeydew, Gália e Charentais, que embora tenham alto valor comercial, principalmente no mercado externo, são pouco cultivadas porque os frutos apresentam baixa resistência ao transporte e são de difícil conservação na fase pós-colheita (COSTA; SILVA, 2003; COSTA, 2008).

Segundo a FAO, no ano de 2012, a China foi o país que liderou a produção de melão no mundo, contribuindo com 17 milhões de toneladas para o comércio desse fruto. Além da China, outros países como Turquia, Irã, Egito e Índia também se destacaram como grandes produtores de melão. O Brasil, neste mesmo ano, produziu 575 mil toneladas, ocupando a nona posição no ranking dos principais países produtores de melões (FAO, 2014).

No Brasil, a produção de melão ocorre em todas as regiões, no entanto, é na região Nordeste que se concentra o maior volume de produção. O Estado do Rio Grande do Norte se destaca como maior produtor brasileiro, tendo, no ano de 2013, sido responsável pela produção de 260 mil toneladas, seguido pelo Estado do Ceará com produção de 219 mil toneladas, correspondendo a 45 e 38%, respectivamente, da produção nacional desse fruto (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2014).

O melão brasileiro é exportado para diversos países na forma “in natura”. Os países que lideram as importações brasileiras de melão são: Espanha, Países Baixos e Reino Unido, que

no primeiro semestre do ano de 2013, importaram juntos, o volume de 53 mil toneladas desse fruto, gerando a renda de 101 mil dólares para o Brasil (AGRIANUAL, 2014).

Crestamento gomoso: agente etiológico, sintomatologia e controle

Na agricultura, todas as plantas cultivadas estão sujeitas a um grande número de riscos, como por exemplo, clima adverso, a necessidade de fertilização, falta de sementes melhoradas e ataque de fitopatógenos e insetos-praga. Tanto mundialmente quanto no Brasil, as doenças de plantas causam prejuízos aos produtores e, conseqüentemente, diminuem a oferta de alimento para a população (ZAMBOLIM et al., 2012).

A cultura do meloeiro é afetada por diversas doenças infecciosas que provocam grandes perdas na produção de frutos. O oídio (*Podosphaera xanthii* (Castag.) U. Braun & N. Shish) é considerada a principal doença do meloeiro no Nordeste brasileiro e uma das mais importantes em todo o mundo. Além dessa doença, destacam-se também como importantes para esta cultura, o crestamento gomoso (*Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm) e o míldio (*Pseudoperonospora cubensis* (Berk et Curtis) Rostowzew, ambas ocorrendo em todas as regiões brasileiras onde se cultiva essa cucurbitácea (PEREIRA et al., 2012).

O crestamento gomoso do meloeiro é causado pelo fungo ascomiceto *D. bryoniae*, correspondendo na sua fase imperfeita a *Ascochyta cucumis* Fautrey & Roum (ALEXOPOULOS et. al., 1996). A sobrevivência deste fungo ocorre em restos de cultura, sementes e solo infestado. Os conídios e ascósporos são dispersos pela água, a curtas distâncias, e pelo vento a longas distâncias. A disseminação da doença ocorre por meio de sementes contaminadas, de mudas infectadas, de restos de cultura remanescentes no solo, da água e de implementos agrícolas. Condições climáticas, como temperatura moderada (20-28 °C), e alta umidade do ar e do solo (85%), favorecem o aumento da severidade da doença (AGRIOS, 2005).

D. bryoniae por ser um fungo bastante polífago, está presente em todas as regiões onde as cucurbitáceas são cultivadas, provocando a doença não só no meloeiro, mas em outras culturas, tais como melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai), pepino (*Cucumis sativus* L.), abóbora (*Cucurbita pepo* L.), melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.), cabaça (*Lagenaria vulgaris* L.), bucha (*Luffa aegyptiaca* Mill.), chuchu (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz) e figo-da-índia (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) (ZAMBOLIM et al., 2012).

O crestamento gomoso, também conhecido como cancro das hastes ou podridão de micosferela, apresenta sintomas de cancro bem característicos no colo da planta e nas ramas.

Também podem ser visualizadas alterações nas folhas e nos frutos, quando a doença ocorre de forma mais severa. A lesão inicial no colo tem aspecto encharcado e posteriormente se torna necrótica, podendo apresentar exsudação de goma e escurecimento devido a presença das estruturas reprodutivas do patógeno. Em ataques mais severos pode ocorrer o murchamento das ramas (BARBOSA et al., 2010).

Nas folhas infectadas podem ser observadas manchas circulares de coloração marrom-escura, rodeadas ou não por halo clorótico. Geralmente, a infecção foliar inicia nos bordos e cresce em direção à nervura central. Nos frutos, os sintomas ocorrem devido ao ataque severo do fungo, quando as condições climáticas estão muito favoráveis, e se caracterizam pela presença de podridões moles na região peduncular, que também pode vir acompanhada das frutificações do patógeno, principalmente na fase de pós-colheita (BARBOSA et al., 2010).

No Brasil, a ocorrência do crestamento gomoso em meloeiro já foi relatada nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraná (ZAMBOLIM et al., 2012).

Para o manejo do crestamento gomoso em meloeiro algumas medidas de controle são recomendadas: não utilizar sementes provenientes de plantios anteriores, mas apenas sementes saudáveis e/ou certificadas; estabelecer os novos plantios de melão distante de plantios mais velhos e infectados; fazer as covas de plantio a uma distância de pelo menos 15 cm da linha do sulco de irrigação, de maneira a evitar o molhamento do colo da planta; ao fazer a amontoa, deixar o colo da planta exposto ao sol; fazer rotação de culturas com espécies que não sejam cucurbitáceas, manter o solo bem drenado; manter a área de cultivo livre de plantas invasoras; destruir restos de cultura logo após a colheita; fazer aração do solo dez dias antes do plantio, para expor as estruturas dos fungos remanescentes no solo a radiação solar (COSTA, 2008). Fungicidas cujo princípio ativo são: metconazol, tebuconazol, mancozeb+oxicloreto de cobre, pirimetanil, difenoconazol, procimidona, triflumizol, iprodiona, tebuconazol+trifloxistrobina, tiofanato-metílico, clorotalonil+tiofanato-metílico, cresoxim-metílico+tebuconazol, são registrados junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para controle do crestamento gomoso (AGROFIT, 2015).

Na cultura do meloeiro, o manejo das principais doenças é realizado pelo uso de agrotóxicos, entretanto, outros métodos de controle também são frequentemente utilizados, como por exemplo, o controle genético, pelo uso de cultivares resistentes; o controle cultural, pela eliminação de plantas infectadas no cultivo, utilização de sementes e mudas saudáveis, e destruição de restos de cultura na área de produção (PEREIRA; PINHEIRO; CARVALHO,

2012). No atual contexto de sustentabilidade, é necessário o incentivo à adoção de métodos de controle que minimizem ou eliminem o uso dos químicos, que além de proporcionar aumento no custo de produção, são fonte de contaminação dos alimentos, do homem e do meio ambiente.

Indução de resistência

A resistência de um hospedeiro, dentro do contexto da fisiologia do parasitismo, pode ser definida como a capacidade da planta em atrasar ou evitar a entrada e/ou a subsequente atividade de um patógeno em seus tecidos. Embora as plantas, na natureza, estejam normalmente expostas a um número incalculável de micro-organismos, a resistência das mesmas mostra-se como regra, enquanto a suscetibilidade aos agentes fitopatogênicos mostra-se como exceção (PASCHOLATI, 2011).

Nesse contexto, sabe-se que as plantas possuem em sua constituição genética mecanismos de defesa contra agentes fitopatogênicos, que são classificados como pré-formados e pós-formados. Os mecanismos pré-formados estão presentes na planta antes do contato com o patógeno, e os pós-formados são produzidos ou ativados em resposta a presença do patógeno. Cada um é dividido em mecanismos estruturais e bioquímicos (TUMERELO et al., 2011).

Os mecanismos de defesa estruturais pré-formados são caracterizados pela presença de cutículas, tricomas, estômatos, fibras e vasos condutores e os bioquímicos são formados pelos fenóis, alcaloides, lactonas, glicosídeos, glicosídeos fenólicos e cianogênicos e inibidores protéicos. Já os mecanismos pós-formados estruturais são caracterizados pela formação de papilas, halos, lignificação, camadas de cortiça e tiloses, enquanto os bioquímicos são responsáveis pela produção de fitoalexinas, proteínas relacionadas à patogênese, as glicoproteínas, as peroxidases, os inibidores de protease, entre outros (RESENDE et al., 2008).

As plantas cultivadas estão sujeitas constantemente ao ataque de fitopatógenos. Quando ocorre o contato de determinado patógeno com o seu hospedeiro, imediatamente, os mecanismos de resistência são ativados e a planta se torna protegida. Essa proteção pode ser local ou sistêmica e esse efeito protetor ter duração curta ou longa. Sendo assim, o fenômeno da indução de resistência pode ser realizado pelo próprio patógeno, por micro-organismos antagonistas ou por substâncias químicas, que vão servir como ativadores dos genes de resistência (PASCHOLATI, 2011).

Uma substância química inorgânica, orgânica ou sintética, para ser considerada indutora não deve exibir atividade antimicrobiana *in vitro* ou *in vivo*; deve modificar a natureza da

This study aimed to evaluate the reaction of melon genotypes to the gummy, and the effect of the combination of genotypes and yeast in control gummy, as well as analyze the soluble solids content of fruit melon. Twelve genotypes, four lines (2,3,6 and 8), five experimental hybrids (x L7 L8, L9 L7 x, x L4 L2, L3 and L4 x x L6 L7) and 3 commercial hybrids (Araguaia, 10/00 and Gold Mine) were evaluated weekly resistance to gummy, under field conditions. In another test, the melon genotypes Line 8 and Hybrid 10/00 were sprayed weekly with the yeast *Rhodotorula glutinis*, *Cryptococcus laurentii* and *Kabatiella microsticta* or fortnightly with difenoconazole fungicide, and assessed the severity gummy at the end of the cycle fruit culture were analyzed for soluble solids. Seven genotypes have lower values of Area Under Disease Progress Curve, however, and all behaved as moderately resistant gummy. In general, the combination of yeast with genotypes decreased the severity of the disease, as well as increased soluble solids content in the fruits. All genotypes can be used as a source of moderate resistance gummy. Yeast has potential to be used in the integrated control gummy for melons.

Keywords: *Didymella bryoniae*, *Cucumis melo*, *Rhodotorula glutinis*, *Cryptococcus laurentii*, *Kabatiella microsticta*, biological control, genetic control

1. Introdução

O crestamento gomoso causado pelo fungo *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm, é uma importante doença do meloeiro, podendo ser encontrada em todos os locais de cultivo dessa cucurbitácea. No campo, temperatura amenas (20-28 °C) e alta umidade do ar e do solo (85%) favorecem o surgimento dos sintomas em qualquer fase de desenvolvimento da planta, especialmente a formação de cancos na haste principal e nos ramos, bem como, a formação de estruturas reprodutivas do fungo e exsudação de goma escura (Pereira et al., 2012).

As principais estratégias de controle para manejo do crestamento gomoso são baseadas no controle cultural e químico. São utilizadas diversas práticas culturais como, rotação de culturas com espécies que não sejam cucurbitáceas, boa drenagem do solo, destruição dos restos de cultura e uso de sementes saudáveis. Além disso, diversos fungicidas também são recomendados (Paret et al., 2011). O controle químico, além de pouco eficiente, pode ser nocivo ao meio ambiente e ao homem e selecionar populações do patógeno resistente a determinados princípios ativos (Santos et al., 2011). Assim, é recomendada a adoção de mais de uma medida de controle para o crestamento gomoso do meloeiro.

Diferentes métodos de controle quando utilizados de forma harmônica para proteção de plantas, é a alternativa mais eficiente e segura para o manejo de doenças (Bergamin Filho e Amorim, 2011). A resistência genética, assim como o controle biológico, são considerados métodos eficientes, viáveis e limpos, que, podem ter seu uso potencializado, quando combinados entre si ou com outros métodos para controle de doenças em diversos patossistemas.

A identificação de genótipos de meloeiro com resistência ao fungo *D. bryoniae* é utilizada para obtenção de híbridos comerciais (McGrath et al., 1993; Zhang et al., 1997; Wako et al.; 2002). No Brasil, apesar da maioria das cultivares comerciais de meloeiro plantadas, especialmente na região Nordeste, serem consideradas suscetíveis ao crestamento gomoso, existe algumas cultivares que apresentam resistência moderada a essa doença (Crisóstomo e Aragão, 2013; Santos et al., 2009).

Em relação ao controle biológico, os principais gêneros de antagonistas utilizados para formulação de produtos biológicos são dos gêneros *Trichoderma*, *Bacillus*, *Paeacilomyces*, *Pseudomonas*, *Streptomyces* e *Rhizobium* (Paula Júnior et al., 2013). Até o momento, para controle do crestamento gomoso em diversas cucurbitáceas, há apenas um produto biológico comercial, à base da bactéria *Bacillus subtilis* Cohn, no entanto, sua eficácia só é aumentada, quando utilizado combinado com algum fungicida recomendado para controle dessa doença (Paret et al., 2011). Fungos unicelulares como as leveduras, vem se destacando no biocontrole de doenças, esses micro-organismos antagonistas são capazes de interferir no ciclo de vida do patógeno ou em alguns estágios da doença, através de diversos mecanismos de ação (Punja e Utkhede, 2003).

Na literatura, há apenas um trabalho comprovando a eficiência do uso de leveduras no biocontrole do crestamento gomoso em meloeiro (Silva, 2015). A eficácia de leveduras para controle de uma importante bacteriose no meloeiro, a mancha-aquosa (*Acidovorax citrulli* (Shaad et al.) Shaad et al.), também foi confirmada por alguns autores (Conceição et al., 2014; Melo, 2012; Wang et al., 2009). A maior parte dos trabalhos disponíveis na literatura relatam a eficiência das leveduras como biocontroladoras de doenças pós-colheita (Vargas et al., 2012; Janisiewicz et al., 2010; Abraham et al., 2010). Sendo poucos os trabalhos que comprovam o uso de leveduras no controle de doenças na pré-colheita.

Sendo assim, os objetivos desse trabalho foram (1) avaliar a reação de genótipos de meloeiro ao crestamento gomoso, em campo, e (2) avaliar o controle integrado do crestamento

gomoso em meloeiro, em campo, pelo uso combinado de genótipos e leveduras, bem como, avaliar o teor de sólidos solúveis dos frutos.

2. Material e métodos

O ensaio para selecionar genótipos de meloeiro com resistência ao crestamento gomoso foi conduzido no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido (Petrolina-PE), em área com histórico de infestação natural pelo fungo *D. bryoniae*, entre os meses de Junho a Agosto, período no qual as condições climáticas favoreceram o surgimento da doença.

2.1. Seleção de genótipos de meloeiro resistentes ao crestamento gomoso

Foram avaliados 12 genótipos de meloeiro, sendo que nove fazem parte do Programa de Melhoramento Genético do Meloeiro da Embrapa Semiárido, sendo cinco híbridos experimentais (L2 x L4, L3 x L4, L6 x L7, L7 x L9 e L8 x L7) e quatro linhagens (L2, L3, L6 e L8), e os demais genótipos avaliados foram híbridos comerciais (10/00, Araguaia e Gold Mine).

Antes da instalação do ensaio, a área experimental foi preparada por meio da aração e gradagem do solo, adubação de fundação com 600 Kg/ha de N-P-K (6/24/12) e implantado o sistema de irrigação por gotejamento. Durante o período de condução do ensaio, foram realizadas pulverizações com inseticidas, quando necessário, para controle das principais pragas do meloeiro, assim como, adição complementar de fertilizantes ao solo, através de fertirrigação.

As sementes dos genótipos foram plantadas em bandejas de poliestireno contendo substrato comercial para hortaliças (Plantmax Eucatex Agro Ltda) e durante dez dias foram irrigadas diariamente com regador manual. Após esse período, as mudas foram transplantadas para a área experimental. Quinze dias após o transplante, a severidade do crestamento gomoso foi avaliada semanalmente, até completarem seis avaliações. Foi utilizada a escala de notas proposta por Zuniga et al. (1999), variando de 1 a 5, onde 1= sem sintomas; 2= lesão única medindo de 0,1 - 1,0 cm ou complexo de lesões medindo 0,1- 2,0 cm, haste não anelada; 3= lesão medindo de 2 - 8 cm ou anelamento da haste; 4= haste murcha e 5= planta morta.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 12 tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição composta por oito plantas.

O teste de homogeneidade foi realizado e permitiu que os dados da severidade final e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença AACPD (Shaner e Finney, 1977, de dois ensaios repetidos no tempo, fossem analisados conjuntamente. Sendo assim, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si utilizando o teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), com auxílio do programa SISVAR[®] (Ferreira, 1992).

2.2. Combinação de genótipos de meloeiro e leveduras no controle do crestamento gomoso

Durante os meses de junho a agosto, dois ensaios foram conduzidos, simultaneamente, em diferentes áreas, no Campo Experimental de Bebedouro, para avaliar o efeito combinado de genótipos de meloeiro e leveduras, no manejo do crestamento gomoso.

Sendo assim, dois genótipos e três isolados de leveduras foram testados. Os genótipos de meloeiro utilizados foram a Linhagem 8, escolhido por apresentar tolerância a doenças do meloeiro e possuir algumas características agrônômicas desejáveis, e o híbrido comercial 10/00, por ser considerado suscetível ao crestamento gomoso e por compor quase 80% dos campos de produção de melão do Vale do São Francisco.

As leveduras *Rhodotorula glutinis* (Fresenius) Harrison, *Cryptococcus laurentii* (Kufferath) Skinner e *Kabatiella microsticta* Bubák, utilizados nos ensaios, foram previamente selecionadas em condições de casa-de-vegetação para o controle do crestamento gomoso em meloeiro por Silva (2015). Esses três isolados se destacaram entre os oitenta isolados testados, pois proporcionaram a maior porcentagem de controle da doença.

Para preparo das suspensões, os isolados de leveduras foram colocadas para crescer em meio SDY líquido (40 g de dextrose, 10 g de peptona, 10 g de extrato de levedura) (Dias e Schwan, 2010), por 48 h a temperatura ambiente de ± 28 °C, sob agitação constante (14,8 rpm). Após esse período, a concentração das suspensões foram ajustadas em microscópio óptico, com o auxílio da câmara de Neubauer, para 1×10^8 células/mL, para que no momento do preparo da calda no campo, a concentração final chegasse a 1×10^6 células/mL. Espalhante adesivo siliconado foi adicionado à calda, antes da pulverização, para proporcionar uma melhor distribuição das gotas na superfície da planta.

Para representar as testemunhas padrão e relativa, plantas dos dois genótipos foram pulverizados com o fungicida difenoconazol (0,3 mL/L) e não receberam nenhum tratamento, respectivamente.

O preparo da área, tratos culturais e o plantio dos genótipos seguiram a mesma metodologia descrita anteriormente. O tratamento dos genótipos iniciou-se 15 dias após o transplântio, realizando-se pulverizações semanais da parte aérea com os isolados de leveduras, e quinzenais com o fungicida, totalizando sete e quatro pulverizações, respectivamente. As avaliações das severidades do crestamento gomoso, iniciaram-se três semanas após o transplântio, e foram realizadas semanalmente, até completarem seis avaliações. Foi utilizada a escala de notas proposta por Zuniga et al. (1999).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 10 tratamentos, e três repetições, sendo cada repetição composta por oito plantas.

O teste de homogeneidade foi realizado e permitiu que os dados da severidade final e AACPD, de dois ensaios repetidos no tempo, fossem analisados conjuntamente. Sendo assim, foi feita a ANOVA e a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), com o auxílio do programa SISVAR[®].

2.4. Avaliação do teor de sólidos solúveis dos frutos

Os melões provenientes do ensaio de controle integrado, foram colhidos e avaliados ao final do ciclo da cultura, aos 60 dias após o transplântio. De cada parcela experimental, foram selecionados, aleatoriamente, cinco frutos para avaliar o teor de sólidos solúveis (°Brix), totalizando 15 frutos por tratamento. O teor de sólidos solúveis foi medido no centro e na lateral da polpa de cada fruto, com o auxílio de refratômetro portátil.

O teste de homogeneidade foi realizado e permitiu que os dados do teor de sólidos solúveis, de dois ensaios repetidos no tempo, fossem analisados conjuntamente. Sendo assim, foi feita a ANOVA e a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), com o auxílio do programa SISVAR[®].

3. Resultados

3.1. Seleção de genótipos de meloeiro resistentes ao crestamento gomoso

Houve diferença significativa entre os dados da severidade final e AACPD, do ensaio para avaliar a reação de genótipos de meloeiro ao crestamento gomoso. Quanto a severidade final, observou-se que 11 genótipos não diferiram entre si e apresentaram severidades entre 2,8

e 3,1, e apenas o híbrido experimental L6 x L7 apresentou a maior severidade de 3,5, diferindo dos demais (Tabela 1).

Com relação a AACPD, o híbrido comercial Gold Mine, híbrido comercial 10/00, Linhagem 3, híbrido experimental L2 x L4, híbrido experimental L7 x L9, Linhagem 8 e híbrido comercial Araguaia, apresentaram menores valores de AACPD entre 70,6 e 81,6, e os demais genótipos, apresentaram maiores valores de AACPD entre 84 e 92,9 (Tabela 1).

Tabela 1. Reação de genótipos de meloeiro ao crestamento gomoso, causado por *Didymella bryoniae*, em condições de campo

Genótipos	Severidade final ¹	AACPD
Araguaia	2,8 a	77,8 a
10/00	2,8 a	71,7 a
L8 x L7	2,9 a	92,9 b
Linhagem 8	2,9 a	77,7 a
L7 x L9	3,0 a	70,6 a
L2 x L4	3,0 a	77,9 a
Linhagem 3	3,0 a	81,6 a
L3 x L4	3,0 a	84 b
Linhagem 6	3,0 a	86,8 b
Linhagem 2	3,0 a	89,3 b
Gold Mine	3,1 a	78,7 a
L6 x L7	3,5 b	92,6 b
Coefficiente de variação (%)	11,7	14,7

¹ Baseada na escala de notas proposta por Zuniga et al. (1999), variando de 1 a 5, onde 1= sem sintomas; 2= lesão única medindo de 0,1 - 1,0 cm ou complexo de lesões medindo 0,1 - 2,0 cm, haste não anelada; 3= lesão medindo de 2 - 8 cm ou anelamento da haste; 4= haste murcha e 5= planta morta; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

3.2. Combinação de genótipos de meloeiro e leveduras no controle do crestamento gomoso

Houve diferença significativa entre as AACPDs dos tratamentos testados (Tabela 2). Tendo se destacado, com as menores AACPDs, os tratamentos com a Linhagem 8 combinado com as leveduras *K. microsticta* e *R. glutinis*, bem como com o fungicida. O híbrido 10/00

quando cultivado sozinho, sem o tratamento químico ou biológico apresentou a maior AACPD, tendo diferido significativamente dos demais tratamentos.

Tabela 2. Avaliação dos genótipos de meloeiro Linhagem 8 e Híbrido comercial 10/00 tratados com as leveduras *Rhodotorula glutinis*, *Cryptococcus laurentii* e *Kabatiella microsticta*, para controle do crestamento gomoso, causado por *Didymella brioniae*, em condições de campo

Tratamentos	AACPD ⁴
Linhagem 8 + difenoconazol ¹	58,7 a
Linhagem 8 + <i>Kabatiella microsticta</i> ²	59,3 a
Linhagem 8 + <i>Rhodotorula glutinis</i> ²	59,9 a
Linhagem 8 + <i>Cryptococcus laurentii</i> ²	62,9 b
Linhagem 8	62,4 b
10/00 ³ + difenoconazol	64,8 b
10/00 + <i>Kabatiella microsticta</i>	66,1 b
10/00 + <i>Rhodotorula glutinis</i>	66,4 b
10/00 + <i>Cryptococcus laurentii</i>	64,2 b
10/00	81,7 c
Coefficiente de variação (%)	7,59

¹ Fungicida pulverizado nas plantas na dose comercial 0,3 mL L⁻¹

² Leveduras isoladas de diferentes órgãos de meloeiro sadio

³ Híbrido comercial de meloeiro amarelo

⁴ Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

3.3. Avaliação do teor de sólidos solúveis dos frutos

Houve diferença significativa no teor de sólidos solúveis dos frutos provenientes do ensaio de controle integrado (Tabela 3). Altos teores de sólidos solúveis foram observados nos frutos dos tratamentos com o híbrido 10/00, pulverizados com as leveduras *K. microsticta* e *R. glutinis* e com o fungicida. Os demais tratamentos apresentaram teores de sólidos solúveis entre 8,1 e 9,4 (Tabela 3).

Tabela 3. Avaliação do teor de sólidos solúveis de frutos de meloeiro provenientes dos genótipos Linhagem 8 e Híbrido comercial 10/00 tratados com as leveduras *Rhodotorula glutinis*, *Cryptococcus laurentii* e *Kabatiella microsticta*

Tratamentos	Sólidos solúveis (°Brix) ⁴
Linhagem 8 + difenoconazol ¹	8,6 a
Linhagem 8 + <i>Kabatiella microsticta</i> ²	9,3 a
Linhagem 8 + <i>Rhodotorula glutinis</i> ²	9,3 a
Linhagem 8 + <i>Cryptococcus laurentii</i> ²	8,1 a
Linhagem 8	8,7 a
10/00 ³	9,1 a
10/00 + <i>Cryptococcus laurentii</i>	9,4 a
10/00 + difenoconazol	10,3 b
10/00+ <i>Rhodotorula glutinis</i>	10,0 b
10/00 + <i>Kabatiella microsticta</i>	10,3 b
Coefficiente de variação (%)	28,3

¹Fungicida pulverizado nas plantas na dose comercial 0,3 mL L⁻¹

²Leveduras isoladas de diferentes órgãos de meloeiro sadio

³Híbrido comercial de meloeiro amarelo

⁴Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

4. Discussão

No presente estudo, os genótipos de meloeiro apresentaram severidades relativamente baixas. Esta variável foi avaliada com base na escala descritiva proposta por Zuniga et al. (1999), possibilitando inferir com resultados do presente trabalho que todos os genótipos se comportaram como medianamente resistentes. Segundo a descrição desta escala, genótipos que apresentaram notas com valores inferiores a 4 apresentaram plantas doentes mas que não chegaram a morte, sendo que, essa plantas continuaram se desenvolvendo mesmo estando doentes. Além disso, observou-se que os Híbridos experimentais provenientes dos cruzamentos das Linhagens 2, 3, 6 e 8 com outras linhagens elites, continuaram apresentando essa mesma reação ao cretamento gomoso, sugerindo que essas linhagens já possuem estabilidade na característica de resistência moderada ao cretamento gomoso do meloeiro.

Quanto a AACPD, a maioria dos genótipos apresentaram menores valores desta variável, incluindo as cultivares comerciais avaliadas. A AACPD é uma variável que reflete o comportamento da doença ao longo do tempo, através dela é possível determinar a quantidade de doença que ocorreu em plantas submetidas a tratamentos. Quanto menor for a AACPD melhor foi o tratamento utilizado para controlar a doença. Assim, no presente estudo, apesar dos genótipos no terem diferido quanto a severidade final, diferiram em relação a AACPD.

A reação de genótipos de meloeiro quanto a resistência ao crestamento gomoso também foi avaliada por Wako et al. (2002) que identificaram a partir de 172 acessos dois genótipos com reação de resistência moderada ao crestamento gomoso. Duzentos genótipos de meloeiro avaliados quanto a resistência ao crestamento gomoso apresentaram valores diferenciados de severidade nas folhas entre 1,0 e 4,1 e na haste entre 1,0 e 3,7 (Wolukau et al., 2007), resultados semelhantes foram observados por Santos et al. (2009) quando avaliaram 86 genótipos de meloeiro quanto a resistência a essa doença, e observaram que os tamanhos de lesões provocadas pelo patógeno na haste principal, variaram entre 1,4 e 2,1 cm. Em ambos trabalhos, foram identificados materiais promissores para serem utilizados como fonte de resistência ao crestamento gomoso.

Diante do que foi mencionado, no presente trabalho apesar de todos os genótipos terem apresentado resistência moderada ao crestamento gomoso, baseando-se na severidade final, é preferível que genótipos que apresentaram menores valores de AACPD, sejam indicados para utilização em cruzamentos, para o desenvolvimento de híbridos com resistência moderada ao crestamento gomoso do meloeiro.

Alternativas que minimizem ou excluam o uso de fungicidas e que possam ser utilizadas no manejo integrado precisam ser adotadas devido às exigências cada vez maiores por parte dos consumidores. Assim, o uso de mais de um método de controle utilizado de forma integrada, se torna uma estratégia promissora para o manejo de doenças em campo. No presente trabalho, dois genótipos foram integrados com três isolados de leveduras para avaliar se o sinergismo dessa combinação reduziria a severidade do crestamento gomoso em campo.

Neste ensaio de integração de controles foi observado que os tratamentos cujo a Linhagem 8 foi combinada com as leveduras *K. microsticta* e *R. glutinis*, menores valores de AACPD, sendo que essa combinação reduziu a severidade do crestamento gomoso de forma tão satisfatória quanto a combinação da linhagem com o fungicida difenoconazol (**Tabela 2**). Quanto ao híbrido comercial 10/00 todas as combinações desse genótipo com as leveduras *K. microsticta*, *R. glutinis* e *C. laurentii* reduziram a severidade da doença quando comparados ao

híbrido cultivado sozinho, esses resultados foram tão satisfatórios quanto a combinação deste mesmo genótipo com o fungicida na redução da doença (**Tabela 2.**). Silva (2015) também observaram redução na severidade crestamento gomoso, quando esse mesmo híbrido recebeu tratamento prévio com as leveduras *K. microsticta*, *R. glutinis* e *C. laurentii*, e em seguida foi inoculado artificialmente com *D. bryoniae* em casa-de-vegetação.

As leveduras possuem grande habilidade em colonizar rapidamente diferentes nichos e competir por nutrientes e espaço, apresentando grande vantagem em relação aos fitopatógenos. Além disso, as leveduras também são capazes de induzir resistência no hospedeiro e produzir metabólitos capazes de inibir o crescimento dos fitopatógenos nas plantas (Punja e Utkhede, 2003). Sugere-se que um dos mecanismos de ação utilizados pelos leveduras *K. microsticta*, *R. glutinis* e *C. laurentii*, para controlar o crestamento gomoso do meloeiro, nesse estudo, foi o efeito fungistático proveniente da produção de metabólitos antimicrobianos (Silva, 2015). No entanto, a hipótese de ter havido indução de resistência e/ou competição por espaço e nutrientes também não deve ser descartada.

Na literatura, não há relatos de trabalhos que avaliem a integração de controles do crestamento gomoso pelo uso de leveduras e genótipos de meloeiro, em campo. No entanto, alguns autores como Sudisha et al. (2006); Nga et al. (2010); Kokalis-Burelle et al. (2003) e Utkhed e Koch (2004) avaliaram em casa-de-vegetação, outros micro-organismos antagonistas para controlar *D. bryoniae* em diferentes cultivares de meloeiro, e observaram redução na severidade da doença. Normalmente, ensaios utilizando agentes de biocontrole são realizados apenas em casa-de-vegetação, no entanto, sabe-se que é importante que testes sejam feitos em campo, para verificar a estabilidade do controle por parte desses micro-organismos, uma vez que no campo ocorrem flutuações nas condições ambientais que podem afetar de forma significativa o estabelecimento e/ou a sobrevivência da população de antagonistas na superfície da planta (Guetsky et al., 2001).

Os frutos oriundos de todos os tratamentos do ensaio de controle integrado, apresentaram valores diferenciados de sólidos solúveis (**Tabela 3**). Observou-se, que os frutos provenientes da combinação entre o híbrido comercial 10/00 e os isolados *K. microsticta* e *C. laurentii*, apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis, não diferindo da combinação desse mesmo híbrido com o fungicida difenoconazol, cujo os frutos também apresentaram valores satisfatórios de °Brix. Os resultados do presente trabalho demonstram que as leveduras possuem grande potencial para serem utilizadas como alternativa aos fungicidas, associadas a

outras práticas de controle, pois, proporcionaram proteção as plantas e incrementaram os teores de sólidos solúveis nos frutos.

5. Conclusões

No presente trabalho, foi identificado genótipos de meloeiro com resistência moderada ao crestamento gomoso, que poderão ser utilizados como fonte de resistência moderada ao fungo *D. bryoniae* para obtenção de híbridos comerciais. O controle integrado, pelo uso de genótipos combinados com as leveduras *K. microsticta*, *R. glutinis* e *C. laurentii*, reduziu a severidade do crestamento gomoso em plantas no campo, bem como, incrementou os teores de sólidos solúveis nos frutos.

Referências

- Abraham, A.O., Laing, M.D., Bower, J.P. 2010., Isolation and in vivo screening of yeast and *Bacillus* antagonists for the control of *Penicillium digitatum* of citrus fruit. *Biol. Control.* 53, 32-38.
- Bergamin Filho, A., Amorim, L., 2011. Manejo integrado de doenças. In: Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A. (Eds.) Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. quarta. ed. Agronômica Ceres, Piracicaba, pp. 409-419.
- Conceição, C.S., Félix, K.C.S., Mariano, R.L.R., Medeiros, E.V., Souza, E.B., 2014. Combined effect of yeast and silicon on the control of bacterial fruit blotch in melon. *Scientia Horticulturae.* 174, 164-170.
- Crisóstomo, J.R., Aragão, F.A.S. 2013. Melhoramento genético do meloeiro. In: Vidal Neto, F.C., Cavalcanti, J.J.V. (Eds.), Melhoramento genético de plantas no nordeste. primeira. ed. Embrapa Hortaliças, Brasília, pp. 209-245.
- Dias, D.R., Schwan, R.F., 2010. Isolamento e identificação de leveduras. In: Moreira, F.M.S., Huising, J., Bignell, D.E., (Eds). Manual de Biologia dos Solos Tropicais Amostragem e Caracterização da Biodiversidade. primeira. ed. pp. 227-277.
- Ferreira, D.F., 1992. SISVAR (Sistema para análise de variância para dados balanceados).
- Guetsky, R., Shtienberg, D., Elad, Y., Dinooor, A., 2001. Combining biocontrol agents to reduce the variability of biological control. *The Americ. Phytopathol. Soc.* 91, 621-627.

- Janisiewicz, W.J., Kurtzman, C.P., Buyer, J.S., 2010. Yeasts associated with nectarines and their potential for biological control of brown rot. *Yeast*. 27, 389-398.
- Kokalis-Burelle, N.; Vavrina, C. S.; Reddy, M.S.; Kloepper, J.W., 2003. Amendment of muskmelon and watermelon transplant media with plant growth-promoting rhizobacteria: effects on seedling quality, disease, and nematode resistance. *Horttechnology*. 13, 476-481.
- Melo, E.A., (Ph.D.thesis) 2012. Eficácia de leveduras no biocontrole da mancha aquosa em meloeiro. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Mcgrath, D.J., Vawdrey, L., Walker, I.O., 1993. Resistance to gummy stem blight in muskmelon. *HortScience*. 28, 930-931.
- Nga, N.T.T., Giau, N.T., Long, N.T., Lubeck, M., Shetty, N.P., Neergaard, E., Thuy, T.T.T., Kim, P.V., Jørgensen, H.J.L. 2010. Rhizobacterially induced protection of watermelon against *Didymella bryoniae*. *J. of Applied Microb.* 109, 567-582.
- Paret, M.L., Dufault, N.S., Olson, S.M. 2011. Management of gummy stem blight (black rot) on cucurbits in Florida. Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences-UFL, 2011. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu>. Acesso em: 10/02/15.
- Paula Junior, T.J., Venzon, M., Teixeira, H., Bettiol, W., Morandi, M.A.B., Vilella, F.M.F., Castro, M.L.M.P. 2013. Regulamentação e uso de produtos à base de agentes biológicos para o controle de doenças de plantas e pragas no Brasil. *Informe Agropec.* 34, 50-57.
- Pereira, R.B., Pinheiro, J.B., Carvalho, A.D.F. 2012. Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro. Brasília: Embrapa Hortaliças, 8p. (Circular Técnica, 112).
- Punja, Z.K., Utkhede, R.S., 2003. Using fungi and yeasts to manage vegetable crop diseases. *Trends in Biotech.* 21, 400-407.
- Santos, G.R., Leão, E.U., Castro, H.G., Nascimento, I.R., Sarmiento, R.A., Brum, R.B.C. S. 2011. Crestamento gomoso do caule da melancia: Etiologia, epidemiologia e medidas de controle. *J. of Biotech. and Biodiv.* 2, 52-58.
- Santos, G.R., Castro Neto, M.D., Ramos, L.N., Café-Filho, A.C., Reis, A., Momenté, V. G., Pelúzio, J.M., Ignácio, M. 2009. Reaction of melon genotypes to the gummy stem blight and downy mildew. *Hort. Brasileira*. 27, 160-165.
- Shaner, G., Finney, R.E., 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*. 67, 1051-1056.
- Silva, C.L. (Ph. D. thesis) 2015. Alternativas no controle do crestamento gomoso em meloeiro. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

- Sudisha, J., Niranjana, S.R., Umesha, S., Prakash, H.S., Shetty, H.S. 2006. Transmission of seed-borne infection of muskmelon by *Didymella bryoniae* and effect of seed treatments on disease incidence and fruit yield. *Biol. Control*. 37, 196-205.
- Utkhede, R.S., Koch, C.A., 2004. Evaluation of biological and chemical treatments for control of gummy stem blight on cucumber plants grow hydroponically in greenhouses. *Biocontrol*. 49, 109-117.
- Vargas, M., Garrido, F., Zapata, N., Tapia, M., 2012. Isolation and selection of epiphytic yeast for biocontrol of *Botrytis cinerea* Pers. on table grapes. *Chil. J. of Agric. Research*. 72, 332-337.
- Wako, T., Sakata, Y., Sugiyama, M., Ohara, T., Ishiuchi, D., Kojima, A. 2002. Identification of melon accessions resistant to gummy stem blight and genetic analysis of the resistance using an efficient technique for seedling test. *Acta Hort.* 588, 161-164.
- Wang, X., Li, G., Jiang, D., Huang, H.-C., 2009. Screening of plant epiphytic yeasts for biocontrol of bacterial fruit blotch (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*) of hami melon. *Biol. control*. 50, 164-171.
- Wolukau, J.N., Zhou, X.-H., Li, Y., Zhang, Y.-B., Chen, J.-F. 2007. Resistance to gummy stem blight in melon (*Cucumis melo* L.) germoplasm and inheritance of resistance from plant introductions 157076, 420145, and 323498. *HortScience*. 42, 215-221.
- Zuniga, T.L., Jantz, J.P., Zitter, T.A., Jahn, M.K. 1999. Monogenic dominant resistance to gummy stem blight in two melon (*Cucumis melo* L.) accessions. *Plant disease*. 83, 1105-1107.
- Zhang, Y, Kyle, M., Anagnostou, K., Zitter, T.A. 1997. Screening melon (*Cucumis melo*) for resistance to gummy stem blight in the greenhouse and field. *HortScience*. 32, 117-121.

CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

- O indutor de resistência ASM nas doses 0; 12,5; 25; 40; 50 mg do i. a. L⁻¹, aplicado via semente e pulverização ou apenas por pulverização, bem como, a época de aplicação do indutor, não foram eficientes para controle do crestamento gomoso na cultivar comercial de meloeiro Híbrido 10/00;
- Dentre as 80 leveduras testadas, os isolados L227, L219 e L58 se destacaram quanto a redução da severidade do crestamento gomoso em meloeiro;
- Metabólitos antifúngicos produzidos pelas leveduras L227, L219 e L58, provocaram inibição e alteração na morfologia das hifas de *D. bryoniae in vitro*, mas não as inviabilizaram;
- Todos os genótipos de meloeiro avaliados apresentaram reação de resistência moderada ao crestamento gomoso;
- O uso integrado da leveduras L219, L227 e L58 com a Linhagem 8 e o híbrido comercial 10/00, reduziu a severidade do crestamento gomoso e incrementou os teores de sólidos solúveis nos frutos.