

ROSEMBERG FERREIRA SENHOR

**EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO-DE-CRATERA EM FRUTOS
DE MELOEIRO**

**RECIFE -PE
FEVEREIRO – 2006**

ROSEMBERG FERREIRA SENHOR

**EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO-DE-CRATERA EM FRUTOS
DE MELOEIRO**

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

**RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2006**

**EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO-DE-CRATERA EM FRUTOS
DE MELOEIRO**

ROSEMBERG FERREIRA SENHOR

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara - Orientador

Prof. Dr. Sami Jorge Michereff – Co-orientador

Prof. Dr. Rui Sales Jr. – Co-orientador

**RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2006**

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

S476e Senhor, Rosemberg Ferreira
Epidemiologia da podridão-de-cratera em frutos de
meloeiro / Rosemberg Ferreira Senhor. -- 2006.
xii, 76 f. : il.

Orientador: Marcos Paz Saraiva Câmara.
Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia.
Inclui bibliografia.

CDD 581.2

1. *Cucumis melo*
 2. *Myrothecium roridum*
 3. Inóculo
 4. Inoculação
 5. Patogênese
 6. Epidemiologia
 7. Temperatura
 8. Umidade
 9. Fitopatologia
 10. Ambiente
- I. Câmara, Marcos Paz Saraiva
 - II. Título

Suely Manzi
Bibliotecária / CRB 809

**EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO-DE-CRATERA EM FRUTOS
DE MELOEIRO**

ROSEMBERG FERREIRA SENHOR

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 07 de março de 2006.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara (UFRPE)

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

Profa. Dra. Norma Suely Sobral da Silveira (UFRPE)

Dr. Eduardo Henrique de Albuquerque Maranhão (IPA)

RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2006

A Deus, aos meus pais Dedé (IN MEMÓRIA) e Lourdes e a minha irmã Roberta, imprescindíveis nas horas mais difíceis.

AGRADEÇO

As minhas queridas tias, Dorinha, Mundinha e Lenúzia por seu amor e dedicação, pelo incentivo e confiança depositados em mim.

A Rui Sales, meu referencial profissional, pela amizade confiança e estímulo.

OFEREÇO

A minha mãe, Lourdes pelo amor, coragem, luta compreensão e paciência, imprescindíveis nos momentos mais difíceis.

DEDICO

*“Mas esforçai-vos, e não
desfaleçam as vossas mãos;
porque a vossa obra tem uma
recompensa”*

2Cr 15:7

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua infinita misericórdia e fidelidade, pelo dom da vida e presença constante em meu viver;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pelo apoio institucional e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor Marcos Paz Saraiva Câmara, pela amizade, orientação e incentivos ao meu crescimento profissional;

Ao professor Sami Jorge Michereff, pela amizade, apoio, incentivo e orientação que tornou possível a realização desta pesquisa;

Ao professor Rui Sales Júnior, pela confiança, encorajamento, ensinamentos e revisão crítica dos originais desta dissertação;

Aos professores Maria Menezes, Sônia Oliveira, Romero Marinho, Elvira Pedrosa, Delson Laranjeira, Rosa Mariano e Rildo Sartori, pelos ensinamentos em muitos momentos;

À Coordenação do curso de Pós-Graduação em Fitossanidade, pelo apoio dispensado, e aos demais funcionários e professores do curso, pelos ensinamentos ministrados;

Aos colegas de turma do Mestrado em Fitopatologia, Jorge Carvalho, Robson Mattos, Daniela Salgues e Janaina Cortez, pela amizade e boa convivência;

Aos bolsistas e estagiários dos laboratórios de Epidemiologia de Doenças de Plantas e Micologia, pela amizade e apoio nas horas difíceis, os quais foram imprescindíveis para a realização deste trabalho;

A Adriana Melo, pelo apoio e encorajamento nas horas mais difíceis, além dos momentos de descontração e amizade;

Aos amigos, Alexandre, Darci, Virginia, Janice, Ivana, Rinaldo, Beatriz “Bia”, Roberto Luiz “Bob”, Angélica, Iris, Alice, Adelmo, Indira, Roberto, Ticiano, Gustavo e Luiz “Lula”, pelos momentos de descontração e amizade.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	vii
SUMÁRIO.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I – Introdução Geral	13
Referências Bibliográficas	22
CAPÍTULO II – Influência do método de inoculação, intensidade do ferimento e idade do fruto na severidade da podridão-de-cratera em melão	27
Resumo	28
Abstract	29
Material e Métodos	32
Resultados e Discussão	35
Agradecimentos	43
Referências Bibliográficas	43
CAPÍTULO III – Influência da umidade, temperatura e concentração de inóculo de <i>Myrothecium roridum</i> na severidade da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro	52
Resumo	54
Abstract	55
Introdução	56
Material e Métodos	58
Resultados e Discussão	61
Agradecimentos	66
Referências Bibliográficas	66
CONCLUSÕES GERAIS	75

RESUMO

A podridão-de-cratera, causada pelo fungo *Myrothecium roridum*, é uma importante doença dos frutos de meloeiro (*Cucumis melo*) nos pólos produtores do Nordeste brasileiro. Este trabalho teve como objetivos avaliar a influência dos métodos de inoculação (gota, pulverização, gota com ferimento, pulverização com ferimento e injeção subepidérmica), da intensidade do ferimento (0, 1, 3, 5, 7, 9 e 10 ferimentos), da idade do ferimento (0, 3 e 6 horas), da idade do fruto (12, 22 e 27 dias), da umidade (sem e com câmara úmida), da temperatura (15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C) e da concentração de inóculo (10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 e 10^7 conídios.mL⁻¹) de três isolados de *M. roridum* (LE-609, LE-636 e LE-766) na severidade da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro dos tipos Amarelo (cv. AF-682) e Honeydew (cv. Orange Flesh). As inoculações foram realizadas em frutos sadios de meloeiro, após lavagem e desinfestação superficiais. Cada fruto foi inoculado em seis pontos equidistantes e a avaliação da severidade da podridão-de-cratera realizada cinco dias após, pela mensuração da área lesionada externa em cada ponto inoculado. A severidade da doença foi influenciada pela interação entre métodos de inoculação, isolados e cultivares. Não houve desenvolvimento de lesões nos frutos quando as inoculações foram realizadas sem ferimento. As inoculações por pulverização ou gota com a suspensão de conídios propiciaram as maiores lesões nos frutos submetidos a ferimentos. A inoculação por injeção subepidérmica propiciou lesões menores que os métodos de pulverização ou gota com ferimento. A severidade aumentou com o incremento do número de ferimentos, atingindo o máximo com 10 ferimentos. Verificou-se uma tendência de redução da severidade da doença nos frutos com o aumento da idade do ferimento. As lesões foram significativamente menores nos frutos feridos seis horas antes da inoculação do que naqueles feridos imediatamente antes da inoculação. A idade do fruto não foi determinante para elevação ou redução da severidade da podridão-de-cratera. A presença de água livre na superfície dos frutos foi desnecessária para o início do processo de infecção pelos isolados de *M. roridum*, embora as lesões tenham sido maiores nos frutos submetidos à câmara úmida. Na ausência da câmara úmida, as maiores lesões foram verificadas na cultivar Orange Flesh. Todos os isolados de *M. roridum* provocaram sintomas da doença, destacando-se LE-639 ao causar as maiores

lesões com e sem a câmara úmida. A temperatura influenciou significativamente a severidade da doença. As temperaturas ótimas estimadas para o desenvolvimento da doença nas cultivares AF-682 e Orange Flesh foram 26,1 °C e 26,2 °C, respectivamente. As menores lesões foram estimadas a 38,6 °C em todas as interações. A severidade da doença aumentou com o incremento na concentração de inóculo de *M. roridum*, atingindo o máximo com 10^7 conídios.mL⁻¹. Na cultivar AF-682, não foi observada a presença de sintomas nos frutos inoculados com o isolado LE-609 na concentração de 10^1 conídios.mL⁻¹, bem como com os isolados LE-639 e LE-766 nas concentrações de 10^3 e 10^2 conídios.mL⁻¹, respectivamente. Na cultivar Orange Flesh, todos os isolados do patógeno induziram sintomas a partir da concentração de 10^3 conídios.mL⁻¹.

Palavras-chave: *Cucumis melo*, *Myrothecium roridum*, inóculo, inoculação, patogênese, epidemiologia, temperatura, umidade.

ABSTRACT

The crater rot, caused by the fungus *Myrothecium roridum*, is an important disease of melon (*Cucumis melo*) fruits in the Northeast producing fields of Brazil. This work aimed to analyze the influence of the inoculation method (pulverization, drop deposition, pulverization with wound, drop deposition with wound, and sub-epidermal injection), wound intensity (0, 1, 3, 5, 7, 9 and 10 wounds), wound age (0, 3 and 6 hours), fruit age (12, 22 and 27 days), humidity (with and without moist chamber), temperature (15, 20, 25, 30, 35 and 40 °C) and inoculum concentration (10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 and 10^7 conidia.mL⁻¹) of three *M. roridum* isolates (LE-609, LE-636 and LE-766) on the severity of the crater rot in melon fruits type Yellow (cv. AF-682) and Honeydew (cv. Orange Flesh). All inoculations were made in melon health fruits, after washing and superficial desinfection. Each fruit was inoculated in six equidistant points and the crater rot severity was evaluated after five days, by assessment of the lesion area in each inoculated point. Crater rot severity was influenced by the interaction between inoculation methods, pathogen isolates and melon cultivars. Symptoms were not observed in the fruits without wounds. The inoculations by pulverization or drop deposition lead to bigger lesions in wounded fruits. Sub-epidermal injection inoculation presented smaller lesions when compared with pulverization or drop deposition methods. The disease severity increased as the number of wounds rise, reaching the maximum with 10 wounds. A tendency of reduction of the disease severity was verified in fruits with the increase of the wound age. Lesions were significantly smaller in the fruits wounded six hours before the inoculation than in those wounded immediately before the inoculation. Fruit age was not decisive to increase or reduce the crater rot severity. The presence of free water in the surface of the fruits was unnecessary to initiate the infection process by *M. roridum* isolates, although the lesions were bigger in the fruits kept under moist chamber. In the absence of moist chamber, the biggest lesions were verified in cultivar Orange Flesh. All *M. roridum* isolates caused disease symptoms, being distinguished LE-639 which caused the biggest lesions with and without moist chamber. The temperature significantly influenced the severity of the disease. The optimum estimates temperatures for disease development in the cultivars AF-682 and Orange Flesh were 26.1°C and 26.2°C, respectively. The smaller lesions were esteemed at 38.6 °C in all interactions. Disease severity increased with the

increment in *M. roridum* inoculum concentration, reaching the maximum at 10^7 conidia.mL⁻¹. In cultivar AF-682, the presence of symptoms were not observed in the fruits inoculated with the isolate LE-609 in the concentration of 10^1 conidia.mL⁻¹, the same pattern was observed with the isolates LE-639 and LE-766 at concentrations of 10^2 and 10^3 conidia.mL⁻¹, respectively. Considering the cultivar Orange Flesh, all isolated were able to induce disease symptoms beginning at a concentration of 10^3 conidia.mL⁻¹.

Key words: *Cucumis melo*, *Myrothecium roridum*, inoculum, inoculation, pathogenesis, epidemiology, temperature, humidity.

Capítulo I

Introdução Geral

Introdução Geral

O meloeiro (*Cucumis melo* L.), olerícola pertencente à família das cucurbitáceas, é uma espécie cujo centro de diversidade genética não está claramente estabelecido, existindo diversas teorias com relação a sua origem. Aceita-se de forma generalizada que se trata de uma espécie do velho mundo, porém há divergência quanto ao país de origem (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1997).

O meloeiro é uma planta anual de porte herbáceo, caule prostrado, hastes trepadeiras, cobertas de formações pilosas, com gavinhas e número de hastes ou ramificações variáveis (JOLY, 1991). O sistema radicular do meloeiro é bem ramificado e o maior volume situa-se em uma profundidade de 30 a 40 cm da superfície do solo, podendo alcançar até um metro de profundidade. As folhas são pilosas, pecioladas, alternadas, simples, palmadas, reniformes ou pentalobuladas, angulosas quando jovens e subcodiformes quando completamente desenvolvidas. As flores desta olerícola são amarelas, podendo ser masculinas, femininas ou hermafroditas (MAROTO, 1995). As flores masculinas e femininas localizam-se separadamente na mesma planta, sendo que o início da floração acontece de 18 a 25 dias após o plantio, surgindo apenas as flores masculinas, e após três a cinco dias inicia o aparecimento simultâneo das flores masculinas e femininas. A abertura das flores ocorre de uma a duas horas após o aparecimento do sol e o fechamento à tarde, permanecendo assim apenas por um dia (CRISÓSTOMO et al., 2002).

O fruto é uma baga indeiscente de coloração verde, amarela, alaranjada ou branca, de textura lisa, reticulada ou estriada, proveniente de um gineceu com três a cinco carpelos. O endocarpo é pouco consistente, e no fruto maduro fica freqüentemente liquefeito. A polpa pode ser branca, amarela, laranja ou verdosa (MAROTO, 1995). O tamanho dos frutos é bastante variável, sendo rico em vitaminas dos tipos A, B, B2, B5 e C, sais minerais como potássio, sódio e fósforo, além de apresentar valor energético relativamente baixo (20 a 62 kcal/100 g de polpa). O fruto é aproveitado principalmente para o consumo *in natura* ou na forma de suco, existindo também outras formas de aproveitamento, como a extração de óleo das sementes. Atribui-se, ainda, ao fruto maduro, propriedades medicinais, terapêuticas, diuréticas, calmantes, mineralizantes e alcalinizantes (SILVA; COSTA, 2002).

No que se refere às sementes de meloeiro, as mesmas apresentam formato fusiforme e coloração branca ou amarela, estando inseridas sobre o tecido placentário, sendo encontradas de 200 a 600 sementes em cada fruto (MAROTO, 1995). A planta é propagada por sementes e a colheita ocorre entre 60 a 75 dias após o plantio, dependendo da cultivar ou do híbrido utilizado (COSTA et al., 2001).

O meloeiro é muito exigente quanto às condições edafo-climáticas, preferindo solos profundos, leves, ricos em matéria orgânica, planos e com boa exposição ao sol. O cultivo é feito em clima quente e seco, com temperatura ideal variando de acordo com o estágio fenológico da cultura, alta exposição de luz solar variando entre 2.000 a 3.000 horas/ano e umidade relativa do ar situada na faixa de 65% e 75% durante a fase de crescimento vegetativo (SILVA; COSTA; CARRIJO, 2002).

A classificação comercial do melão é feita em tipos, que correspondem a grupos de cultivares ou híbridos que apresentam uma ou mais características semelhantes (MENEZES et al., 2000). As principais variedades botânicas produzidas comercialmente pertencem a *C. melo* var. *inodorus* Naud. e *C. melo* var. *cantaloupensis* Naud., que correspondem, respectivamente, aos melões inodoros e aos aromáticos. Os frutos pertencentes ao primeiro grupo são chamados melões de inverno, que apresentam casca lisa ou levemente enrugada, com coloração amarela, branca ou verde escura. Neste grupo encontram-se variedades mais resistentes ao transporte e com longa vida útil pós-colheita. A polpa apresenta elevado teor de açúcar, com coloração variando entre branca e verde clara. Os frutos pertencentes ao grupo *C. melo cantaloupensis* são muito aromáticos, mais doces que os *inodorus*, porém de baixa conservação pós-colheita. Os frutos são de tamanho médio, com superfície reticulada, verrugosa ou escamosa, podendo apresentar gomos (costelas), e têm polpa de coloração alaranjada, salmão ou verde. Neste último grupo estão inseridos os melões anteriormente classificados como *C. melo* var. *reticulatus* Naud. (MENEZES et al., 2000).

O meloeiro é uma das olerícolas mais cultivadas no mundo, apresentando no ano de 2005 uma área plantada de cerca de 1,3 milhões de hectares e produção de 28,3 milhões de toneladas. Destacaram-se como principais países produtores a China (15,1 milhões t), a Turquia (1,7 milhões t), o Irã (1,2 milhões t), a Espanha (1,2 milhões t) e os Estados Unidos da América (1,1 milhões t) (FAO, 2005). O Brasil, apesar de ocupar a 23ª posição entre os países produtores de melão, destaca-se como o segundo maior fornecedor para os países europeus (TAVARES, 2002). No ano de 2005, o melão se destacou dentre as exportações brasileiras como a segunda fruta (fresca) mais exportada,

num total de 179.830 t, gerando renda em torno de US\$ 91.478.533, seguido pela banana, com exportações ao redor de US\$ 33.027.258 (IBRAF, 2005).

O Nordeste brasileiro apresenta temperaturas elevadas e altos níveis de insolação, que favorecem o desenvolvimento de frutos de ótima qualidade, destaca-se como principal região produtora de melão, responsável por aproximadamente 99,5 % da produção nacional. A oferta de frutos de meloeiro oriundos dessa região tem alcançado posição de destaque tanto no mercado interno quanto para exportação (BRASIL, 2003). Além disso, essa atividade gera mais de 60 mil empregos diretos e indiretos (TAVARES, 2002).

A exploração da cultura do meloeiro é uma das atividades agrícolas de maior expressão econômica do Nordeste, em virtude, principalmente, da abertura do mercado externo. Os maiores pólos produtores de melão são os agropólos Mossoró/Assu, no estado do Rio Grande do Norte, com uma produção em torno de 167.492 t, e o Baixo Jaguaribe, no estado do Ceará, com 109.566 t (IBGE, 2005). Nesses pólos, a produção é concentrada em grandes empresas, que são detentoras de 95% das áreas plantadas na região de Mossoró/Assu e 88% na região do Baixo Jaguaribe (SANTOS et al., 2001).

O aumento da área cultivada, a elevação do rendimento de frutos por unidade de área e o desenvolvimento de novos materiais genéticos, têm demandado melhorias nas práticas de manejo da cultura, além das práticas relacionadas com a proteção do meio ambiente e da saúde do produtor e do consumidor (CRISÓSTOMO et al., 2002). Na região Nordeste, as empresas adotam um alto nível tecnológico no desenvolvimento da cultura, como uso de irrigação localizada por gotejamento, da cobertura plástica de polietileno (“mulch”) e da manta térmica tecido-não-tecido (TNT), por proporcionarem o aumento no rendimento da cultura (SANTOS et al., 2001; MAROUELLI, et al., 2002).

Os melões mundialmente cultivados, e de maior expressão econômica, são os tipos Amarelo ou Valenciano (*C. melo* var. *inodorus*), Cantaloupe (*C. melo* var. *cantaloupensis*), Honeydew (*C. melo* var. *inodorus*), Pele-de-Sapo (*C. melo* var. *inodorus*), Gália (*C. melo* var. *cantaloupensis*) e Charentais (*C. melo* var. *cantaloupensis*) (COSTA; SILVA, 2002; CRISÓSTOMO et al., 2002). No Nordeste brasileiro é produzido principalmente o melão tipo Amarelo, mais conhecido no mercado mundial como melão espanhol, destacando-se pela resistência ao transporte e maior conservação pós-colheita (SOUZA; MENEZES; ALVES, 1994; MENEZES et al., 2000). No entanto, o plantio de melões “nobres” vem crescendo nos últimos anos,

dentre os quais destaca-se a cultivar de polinização aberta Orange Flesh, do tipo Honeydew, cujo fruto possui peso médio entre 1,5 a 1,8 Kg, formato arredondado, pequena cavidade de sementes, conteúdo de sólidos solúveis entre 11 e 13 %, polpa macia e firme, além do seu aroma e sabor característico (MENDONÇA; MENEZES; OLIVEIRA, 2001).

A expansão da cultura do meloeiro no Nordeste brasileiro, aliada ao cultivo intensivo e contínuo sem rotação de culturas durante todo o ano, tem contribuído para o aumento da incidência e severidade de várias doenças (SANTOS et al., 2000). As doenças são responsáveis pelas maiores perdas de produtividade e qualidade dos frutos comercializados (MENEZES et al., 2000), constituindo sério entrave ao desenvolvimento da cultura, pois inibem iniciativas empresarias e de exportação, e sendo capaz de prejudicar investimentos que poderiam gerar capital e trabalho (VIANA et al., 2001).

Dentre as doenças que afetam o fruto de meloeiro destaca-se a podridão-de-cratera, causada pelo fungo *Myrothecium roridum* Tode ex. Fries. Esta doença foi detectada pela primeira vez no Brasil em 1991, no estado do Rio Grande do Norte (SILVA et al., 1996) e, desde então, vem ocorrendo com frequência nos plantios da região Nordeste e ocasionando problemas cada vez mais sérios. Mundialmente, a podridão-de-cratera foi relatada pela primeira vez no Texas – EUA, em 1961, causando sérios danos em variedades do tipo Cantaloupe (MCLEAN; SLEETH, 1961). Consideráveis perdas em pré e pós-colheita podem ser causadas pela podridão-de-cratera (MACKAY; NG; HAMMERSCHLAG, 1994), sendo relatadas perdas superiores a 30% no Texas (EUA) devido à presença de lesões em frutos no campo (BRUTON, 1996).

O fungo *M. roridum* é um Tuberculáriaceo (Hypocreales), caracterizado por produzir micélio branco de aspecto cotonoso e esporodóquios verdes quando jovens e pretos quando maduros, distribuídos em anéis concêntricos na superfície da colônia (Figura 1A). Os esporodóquios medem de 60 a 750 μ de diâmetro. Conidióforos são ramificados, com 2 a 5 fiálides finas hialinas ou escuras medindo de 11 – 16 μ de comprimento por 1,5 – 2,0 μ de largura. Os conídios são, geralmente, cilíndricos ou ligeiramente elipsóides a ovóides, com extremidades arredondadas, ou raramente com uma das extremidades truncadas, trigutulados, inicialmente hialinos, tornando-se verde quando maduros. Com relação ao tamanho dos conídios há uma variação média entre 5,5 - 7 μ de comprimento por 1,5 a 2,5 μ de espessura. Esse fungo é um habitante natural

do solo, com ampla gama de hospedeiros e grande distribuição geográfica (DOMSCH; GAMS; ANDERSON, 1980; FITTON; HOLLIDAY, 1998), podendo sobreviver como saprófita no solo por longos períodos e em restos culturais (REGO; CARRIJO, 2000; VIANA, et al, 2001), embora a radiação solar e os microrganismos do solo reduzam sua densidade populacional no solo (MURAKAMI; SHIRATA; INOUE, 2000).

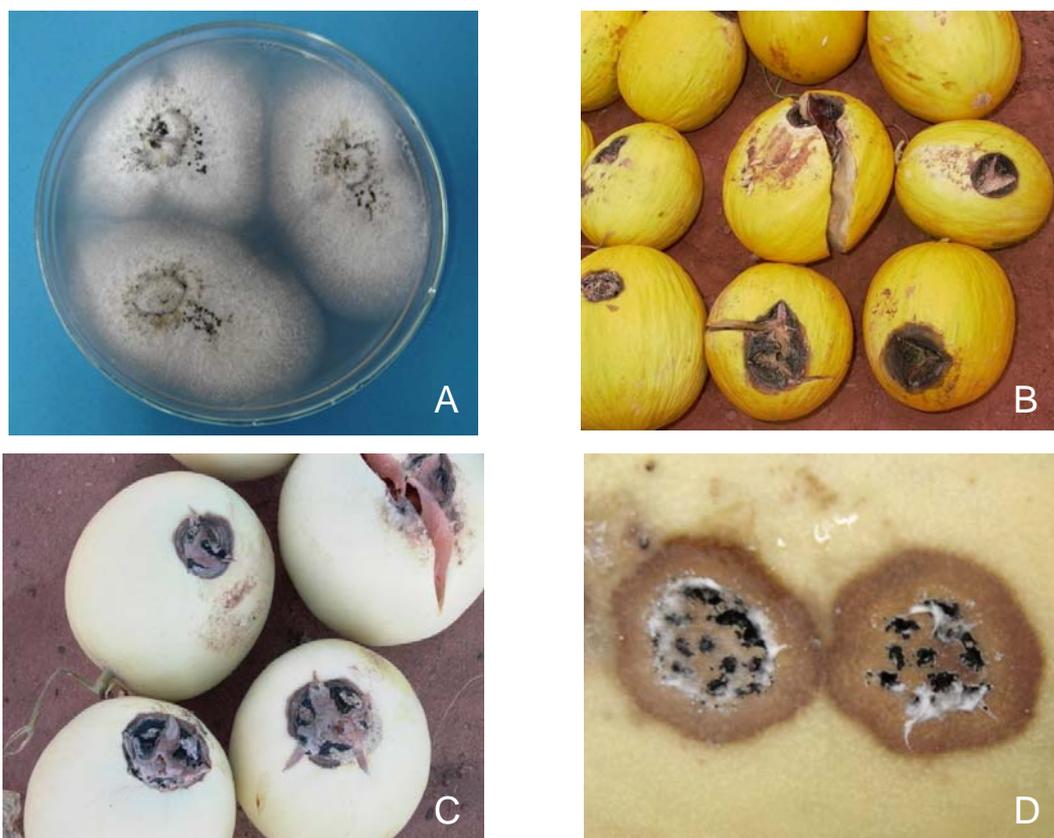


Figura 1. Crescimento de *Myrothecium roridum* em meio de cultura BDA (A) e sintomas de podridão-de-cratera em frutos de meloeiro dos tipos Amarelo (B) e Honeydew (C), procedentes de áreas de plantio do estado do Rio Grande do Norte, evidenciando a formação de esporodóquios de cor verde-oliva e exsudados escuros (D).

O processo de patogênese exercido por *M. roridum* é baseado num arsenal de enzimas e toxinas com habilidade para decompor amido e celulose. A elevada atividade celulolítica é consequência da produção de várias substâncias tóxicas, tais como tricotecenos e roridina A, B, C, D e E. Durante a infecção, ocorre formação de numerosos esporos que germinam e originam hifas que produzem enzimas e

metabólicos altamente tóxicos, facilitando a penetração e colonização do tecido. Além disso, *M. roridum* é um forte produtor de substâncias que induzem a síntese de etileno no hospedeiro (DOMSCH; GAMS; ANDERSON, 1980).

Outro fator bastante preocupante é a capacidade de espécies de *Myrothecium* causar doenças em animais, tendo sido descrito na literatura médica como causador de infecção ocular (ceratite) em seres humanos (KWON-CHUNG; BENNETT, 1992), bem como aborto, diarreias e inflamações em bovinos (NEWSHOLME et al., 1983; CARRILLO et al., 2001).

Em meloeiro, *M. roridum* pode ocasionar sintomas em ramas, folhas, raízes e frutos. Os sintomas nos frutos são os mais comuns e de fácil visualização, denominados podridão-de-cratera, que se caracterizam por lesões variando de superficiais a profundas, freqüentemente em forma de cratera, medindo de 2 a 50 mm de diâmetro (Figura 1B e 1C), nas quais são produzidos esporodóquios de cor verde-oliva e exsudados escuros (Figura 1D). As lesões podem ocorrer em qualquer parte do fruto, embora sejam mais freqüentes na interface com o solo (BRUTON, 1996).

O controle químico da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro é muito difícil, principalmente devido à localização dos sintomas (BRUTON, 1996). A complexidade dos fatores que envolvem o ciclo das relações patógeno-hospedeiro dessa doença requer o uso de várias medidas para o controle satisfatório da mesma, motivo pelo qual torna-se necessária a abordagem baseada no manejo integrado da doença, que se caracteriza pela adoção de princípios e medidas visando o patógeno, o hospedeiro e o ambiente, pela redução ou eliminação do inóculo inicial, redução da taxa de progresso da doença e manipulação do período de tempo em que a cultura permanece exposta ao patógeno em condições de campo (MICHEREFF; PERUCH; ANDRADE, 2005).

No desenvolvimento de estratégias de manejo de doenças de plantas, é imprescindível obter informações sobre a epidemiologia, com ênfase na interação patógeno-hospedeiro-ambiente. O hospedeiro exerce forte influência sobre o sucesso ou fracasso da infecção pelo patógeno, motivo pelo qual deve ser investigada a influência de diferentes métodos de inoculação, intensidades de ferimentos e idades do hospedeiro na severidade da doença. As condições de umidade e as faixas de temperaturas adequadas para o estabelecimento de elevados níveis de doença devem ser definidas para cada associação patógeno-hospedeiro, assim como o comportamento de isolados e a resposta a diferentes concentrações de inóculo do patógeno devem ser analisadas (AGRIOS, 2005).

Os métodos utilizados para inoculação de *M. roridum* em frutos de meloeiro, até o momento, foram injeção subepidérmica da suspensão de esporos (CARTER, 1980) e deposição de disco de ágar contendo o crescimento fúngico sobre ferimento (LIMA et al., 1997), não havendo comparações entre a eficiência de diferentes métodos.

A importância da presença de ferimentos para ocorrência de infecção por *M. roridum* tem sido destacada em algumas culturas (FERGUS, 1957; CUNFER; GRAHEM; LUKEZIC, 1969; ULLASA; MAHOLAY; SOHI, 1976), enquanto não foram necessários ferimentos para infecção em *Aphelandra squarrosa* Ness (CARDOSO; PITTA, 1982). Inexistem investigações específicas sobre a influência da presença, intensidade e idade dos ferimentos em frutos de meloeiro na severidade da podridão-de-cratera, embora tenha sido destacado que podridões fúngicas em campo são mais frequentes em frutos injuriados (VIANA et al., 2001). As injúrias nos frutos podem facilitar a penetração pelos patógenos, bem como os tecidos injuriados aumentam a atividade metabólica das células feridas (GUZMÁN; CANTWELL; BARRETT, 1999), provocando elevação da taxa de respiração, indução da síntese de etileno e aumento da perda de água, o que resulta na acelerada deterioração dos frutos (JACOMINO et al., 2004). No campo, os frutos podem sofrer várias formas de injúria durante o manejo da cultura, tais como raladuras no solo, cortes por instrumentos utilizados nos tratos culturais ou por pequenas pedras ou, também, pela atividade de insetos devido à raspagem da superfície, picada ou penetração para alimentação (VIANA et al., 2001).

A habilidade de *M. roridum* em causar doença em frutos de meloeiro em diferentes estádios de maturação foi constatada em plantios do Texas (EUA) (MCLEAN; SLEETH, 1961), mas não existem estudos sobre a influência da idade dos frutos na severidade da podridão-de-cratera. No entanto, estudos realizados com outros patógenos causadores de podridões em frutos de meloeiro constataram a influência da idade dos frutos na severidade, sendo a resposta variável conforme o patógeno envolvido. Quando inoculados com *Didymella bryoniae* (Auerswald) Rehm, os frutos imaturos foram mais suscetíveis que os frutos maduros, sendo verificado o contrário quando a inoculação foi realizada com *Phomopsis cucurbitae* McKeen (BRUTON, 1995).

A frequência e a intensidade da doença são significativamente influenciadas pelo grau de desvio de cada condição ambiental do ponto no qual o progresso da doença é máximo. A temperatura e a umidade na superfície da planta são os fatores ambientais

que afetam mais intensamente o início e o progresso de doenças infecciosas em plantas. Os patógenos diferem em suas preferências por alta ou baixa temperatura, uma vez que a mesma afeta o número de esporos formados e a germinação destes. A umidade, por sua vez, é indispensável para a germinação da maioria dos esporos fúngicos e para a penetração do tubo germinativo no hospedeiro, além de aumentar a suscetibilidade a certos patógenos, afetando a incidência e a severidade da doença (AGRIOS, 2005). Observações em campo indicam que a podridão-de-cratera em frutos de meloeiro se desenvolve com maior intensidade em altas temperaturas e períodos prolongados de umidade (BRUTON, 1996), embora inexistam informações precisas sobre a influência dessas variáveis. A temperatura é considerada o fator ambiental de maior influência nas infecções causadas por *M. roridum* em outros hospedeiros, sendo constatado maior desenvolvimento das doenças no intervalo entre 25 e 28 °C (LAKSHMINARAYANA; JOSHI, 1978; CARDOSO; PITTA, 1982; CHASE; POOLE, 1984).

Em vários patossistemas, a ocorrência de epidemias em um curto espaço de tempo está diretamente ligada ao número de propágulos do patógeno dentro ou próximo dos campos com plantas hospedeiras. Portanto, o conhecimento sobre a disponibilidade de inóculo e a influência da sua concentração no desenvolvimento das doenças é um fator importante para o sucesso das medidas de controle (VALE; JESUS JÚNIOR; ZAMBOLIM, 2004). Apesar da importância da podridão-de-cratera, inexitem estudos sobre a relação entre concentração de inóculo de *M. roridum* e severidade da doença em frutos de meloeiro.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos: a) avaliar a influência de métodos de inoculação, intensidades e idades dos ferimentos, e idades dos frutos, na severidade da podridão-de-cratera em melão (Capítulo II) e; b) verificar a influência da umidade, da temperatura e da concentração do inóculo de *M. roridum* na severidade da doença em frutos de meloeiro (Capítulo III).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 952 p.
- BRASIL. **Melão**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola, 2003. 12 p. (FrutiSéries. Ceará, 2).
- BRUTON, B. D. Etiology, epidemiology, and control of muskmelon fruit rots. In: LESTER, G.; DUNLAP, J. (Eds.). **Cucurbitaceae '94**. Edinburg: Gateway Printing, 1995. p. 49-54.
- BRUTON, B. D. Crater rot. In: ZITTER, T. A.; HOPKINS, D. L.; THOMAS, C. E. (Eds.). **Compendium of cucurbit diseases**. St. Paul: APS Press, 1996. p. 49-50.
- CARDOSO, R. M. G.; PITTA, G. P. *Aphelandra squarrosa* Ness, um novo hospedeiro de *Myrothecium roridum* Tode ex. Fr. **O Biológico**, São Paulo, v.48, n.4, p.183-187, 1982.
- CARRILLO, L. et al. Mouldy Lucerne hay suspected to cause bovine abortion. **Boletín Micológico**, Valparaíso, v. 16, n. 1, p. 19-22, 2001.
- CARTER, W. W. Incidence and control of *Myrothecium roridum* on cantaloupes in relation to time of fungicide application. **Plant Disease**, St. Paul, v. 64, n. 9, p. 872-874, 1980.
- CHASE, A. R.; POOLE, R. T. Development leaf spot of *Dieffenbachia maculata* "Perfection" at various temperatures. **Plant Disease**, St. Paul, v. 68, n. 4, p. 448-490, 1984.
- COSTA, N. D. et al. **A cultura do melão**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2001. 117 p. (Coleção Plantar - Fruteiras).
- COSTA, N. D.; SILVA, H. R. Cultivares. In: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Eds.). **Melão produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 29-34. (Frutas do Brasil, 33).

CRISÓSTOMO, L. A. et al. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 14).

CUNFER; B. M.; GRAHEM, J. H.; LUKEZIC, F. L. Studies on the biology of *Myrothecium roridum* and *M. verrucaria*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 59, n. 12, p. 1306-1309, 1969.

DOMSCH, K. W.; GAMS, W.; ANDERSON, T-H. **Compendium of soil fungi**. London: Academic Press, 1980. v. 1, 859 p.

FAO. **FAOSTAT** - Agricultural statistics database. Rome: World Agricultural Information Center, 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>>. Acesso em: 01 fev. 2006.

FERGUS, C. L. *Myrothecium roridum* em gardênia. **Mycologia**, New York, v. 49, n. 1, p. 124-127, 1957.

FITTON, M.; HOLLIDAY, P. *Myrothecium roridum*. Bakeham Lane: CABI Bioscience, 1998. 3 p. (IMI Descriptions of Fungi and Bacteria, 253).

GUZMÁN, I. L.; CANTWELL, M.; BARRETT, D. M. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl₂ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 3, p. 201-213, 1999.

IBRAF. **Informação e tecnologia a serviço da fruticultura**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Frutas, 2005. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/x-es/pdf/CEBFF_2004_2005.pdf> Acesso em: 20 fev. 2006.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp>>. Acesso em: 28 jan. 2006.

JACOMINO, A. P. et al. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: GONZÁLES-AGUILAR, G. (Ed.). **Estado actual del mercado de frutas y vegetales cortados en Iberoamérica**. San Jose: Universidad de Costa Rica, 2004. p.79-86.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Nacional, 1991. 777 p.

KWON-CHUNG, K. J.; BENNETT, J. E. Phaeohyphomycosis. In: KWON-CHUNG, K. J.; BENNETT, J. E. (Eds.). **Medical mycology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1992. p. 620-677.

LAKSHMINARAYANA, C. S.; JOSHI, L. K. Myrothecium disease of soybean in India. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 62, n. 4, p.231-234, 1978.

LIMA, G. S. A. et al. Reação de cultivares de melão a isolados de *Myrothecium roridum*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 135-139, 1997.

MACKAY, W. A.; NG, T. J.; HAMMERSCHLAG, F. A. *Cucumis melo* L. callus response to toxins produced by *Myrothecium roridum* Tode ex. Fries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 2, p. 356-360, 1994.

MAROTO, J. V. **Horticultura herbácea especial**. 2. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. 611 p.

MARQUELLI, A. W. et al. Irrigação. In: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Eds.). **Melão produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 51-69. (Frutas do Brasil, 33).

MCLEAN, D. M.; SLEETH, B. Myrothecium rind rot of cantaloupe. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v.45, n. 9, p.728-729, 1961.

MENDONÇA, F. V. S.; MENEZES, J. B.; OLIVEIRA, M. Armazenamento refrigerado de melão Orange Flesh. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2001, Mossoró. **Anais...** Mossoró: ESAM, 2001. p. 110-112.

MENEZES, J. B. et al. Características do melão para exportação. In: ALVES, R.E. (Ed.). **Melão pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2000. p. 13-22. (Frutas do Brasil, 10).

MICHEREFF, S. J.; PERUCH, L. A. M.; ANDRADE, D. E. G. T. Manejo integrado de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M.

(Eds.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2005. p. 367-388

MURAKAMI, R.; SHIRATA, A.; INOUE, H. Survival and fluctuation in density of *Myrothecium roridum* in Mulberry field soil. **Journal General Plant pathology**, Tokyo, v. 66, n. 2, p. 299-302, 2000.

NEWSHOLME, S. J. et al. Intoxication of cattle on kikuyu grass following army worm (*Spodoptera exempta*) invasion. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, Pretoria, v. 50, n. 3, p. 157-167, 1983.

REGO, A. M.; CARRIJO, I. V. Doenças das cucurbitáceas. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, H. (Eds.). **Controle de doenças de plantas – hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. v. 2, p. 535-598.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. **Cucurbits**. Cambridge: CAB International, 1997. 226 p.

SANTOS, A. A. et al. **Doenças do meloeiro em áreas irrigadas no Estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 11 p. (Boletim de Pesquisa, 35).

SANTOS, F. J. de S. et al. **Irrigação do melão**: manejo a través do tanque classe “A”. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 7 p. (EMBRAPA. Circular Técnica,11).

SILVA, D. M. W. et al. Ocorrência de *Myrothecium roridum* em melão em Mossoró, Rio Grande do Norte. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 21, n. 4, p. 519, 1996.

SILVA, H. R.; COSTA, N. D. Introdução. In: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Eds.). **Melão produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 13-14. (Frutas do Brasil, 33).

SILVA, H. R.; COSTA, N. D.; CARRIJO; O. A. Exigência de clima e solo e época de plantio. In: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Eds.). **Melão produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 23-24. (Frutas do Brasil, 33).

SOUZA, M. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E. Tecnologia pós-colheita e produção de melão no estado do Rio Grande do Norte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n.2, p. 188-190, 1994.

TAVARES, S. C. C. H. (Ed.) **Melão: fitossanidade**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 87 p. (Frutas do Brasil, 25).

ULLASA, B. A.; MAHOLAY, M. N.; SOHI, H. S. Ring rot of brinjal caused by *Myrothecium roridum* Tode ex Fries from Bangalore. **Current Science**, Bagalore, v.45, n. 16, p. 601-602, 1976.

VALE, F. X. R.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. Natureza das epidemias. In: VALE, F. X. R.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p. 21-44.

VIANA, F. M. P. et al. **Recomendações para o controle das principais doenças que afetam a cultura do melão na região Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 12).

Capítulo II

Influência do Método de Inoculação, Intensidade do Ferimento e Idade do Fruto na Severidade da Podridão-de-Cratera em Melão

**Influência do método de inoculação, intensidade do ferimento e idade do fruto na
severidade da podridão-de-cratera em melão**

Rosemberg F. Senhor¹, Marcos P.S. Câmara¹, Liziane F. Prichoa¹, Meyre B. Lima¹,
Sami J. Michereff^{1,3}, Rui Sales Jr.²

¹Departamento de Agronomia - Área de Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil. <berg_fit@hotmail.com>;

²Departamento de Ciências Vegetais - Área de Fitossanidade, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, CEP 59625-900, Mossoró, RN, Brasil <ruisales@ufersa.edu.br>;

³Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Autor para correspondência: Marcos P.S. Câmara
<mcamara@ufrpe.br>

Aceito para publicação em:

RESUMO

Senhor, R.F.; Câmara, M.P.S.; Prichoa, L.F.; Lima, M.B.; Michereff, S.J.; Sales Jr., R.
Influência do método de inoculação, intensidade do ferimento e idade do fruto na
severidade da podridão-de-cratera em melão. *Summa Phytopathologica*

A podridão-de-cratera dos frutos de meloeiro, causada pelo fungo *Myrothecium roridum*, vem ocorrendo com freqüência nos plantios da região Nordeste e ocasionando perdas de produção. Foi analisada a influência do método de inoculação (gota, pulverização, gota com ferimento, pulverização com ferimento e injeção subepidérmica), da intensidade (0, 1, 3, 5, 7, 9 e 10 ferimentos) e idade de ferimento (0,

3 e 6 horas) e da idade do fruto (12, 22 e 27 dias) na severidade da podridão-de-cratera em melão dos tipos Amarelo (cv. AF-682) e Honeydew (cv. Orange Flesh), inoculados com três isolados de *M. roridum* (LE-609, LE-636 e LE-766). A severidade da doença foi influenciada pela interação entre métodos de inoculação, isolados e cultivares. As inoculações por pulverização ou deposição de gota propiciaram maiores lesões nos frutos submetidos a ferimentos, não sendo observados sintomas nos frutos sem ferimentos. A inoculação por injeção subepidérmica, apesar de também provocar ferimento no fruto, apresentou lesões menores. A severidade da doença aumentou com o incremento do número de ferimentos, atingindo o máximo com 10 ferimentos. Verificou-se uma tendência de redução da severidade da doença nos frutos com o aumento da idade do ferimento. As lesões foram significativamente menores nos frutos feridos seis horas antes da inoculação do que naqueles feridos imediatamente antes da inoculação. A idade do fruto não foi determinante para elevação ou redução da severidade da podridão-de-cratera.

Palavras-chave adicionais: *Cucumis melo*, *Myrothecium roridum*, patogênese, epidemiologia.

ABSTRACT

Senhor, R.F.; Câmara, M.P.S.; Prichoa, L.F.; Lima, M.B.; Michereff, S.J.; Sales Jr., R. Influence of the inoculation method, intensity of the wound and fruit age on melon crater rot severity. *Summa Phytopathologica*

The crater rot of melon fruits, caused by the fungus *Myrothecium roridum*, has occurring with frequency in production fields at Northeast region and causing yield losses. It was analyzed the influence of the inoculation method (pulverization, drop deposition, pulverization with wound, drop deposition with wound, and sub epidermal

injection), wound intensity (0, 1, 3, 5, 7, 9 and 10 wounds) and age (0, 3 and 6 hours), and fruit age (12, 22 and 27 days) on the severity of the crater rot in melon fruits type Yellow (cv. AF-682) and Honeydew (cv. Orange Flesh), inoculated with three *M. roridum* isolates (LE-609, LE-636 and LE-766). The crater rot severity was influenced by the interaction between inoculation methods, pathogen isolates and melon cultivars. The inoculations by pulverization or drop deposition propitiated biggest lesions in the fruits submitted to wounds. However, symptoms were not observed in the fruits without wounds. The inoculation by sub-epidermal injection, in spite of also to cause wound in the fruit, presented smaller lesions. The disease severity increased with the increment of the wound number, reaching the maximum with 10 wounds. A tendency of reduction of the disease severity was verified in fruits with the increase of the wound age. The lesions were significantly smaller in the fruits wounded 6 hours before the inoculation than in those wounded immediately before the inoculation. The fruit age do not was decisive for increase or reduce the cater rot severity.

Additional keywords: *Cucumis melo*, *Myrothecium roridum*, pathogenesis, epidemiology.

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das olerícolas mais cultivadas no mundo, apresentando no ano de 2005 cerca de 1,3 milhões de hectares cultivados e produção de 28,3 milhões de toneladas (10). No Brasil, a região Nordeste é responsável por aproximadamente 99,5% (282.000 t) da sua produção, destacando-se na oferta de melão tanto no mercado interno quanto para a exportação. Os maiores pólos produtores de melão situam-se nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, sendo estes o Mossoró/Assu e o Baixo Jaguaribe, respectivamente (13).

Apesar da adaptação do meloeiro às condições edafo-climáticas predominantes na região Nordeste, inúmeros fatores têm contribuído para a queda da produtividade e da qualidade dos frutos, no qual se destaca a ocorrência de doenças (24). Dentre estas, a podridão-de-cratera, causada pelo fungo *Myrothecium roridum* Tode ex Fries, foi detectada pela primeira vez no Brasil em 1991 (20) e, desde então, vem ocorrendo com frequência nos plantios da região. Perdas de produção superiores a 30% têm sido atribuídas à ocorrência de lesões em frutos no campo (4).

O fungo *M. roridum* é um habitante natural do solo, com ampla gama de hospedeiros (9) e patogênese associada à produção de enzimas e toxinas (9,15,16). Em meloeiro, pode ocasionar sintomas em ramos, folhas, raízes e frutos. Os sintomas nos frutos são os mais comuns e de fácil visualização, caracterizando-se por lesões variando de superficiais a profundas, frequentemente em forma de cratera, medindo de 2 a 50 mm de diâmetro, nas quais são produzidos esporodóquios de cor verde-oliva e exsudados escuros. As lesões podem ocorrer em qualquer parte do fruto, embora sejam mais frequentes na interface com o solo (4).

No desenvolvimento de estratégias de manejo de doenças de plantas, é imprescindível obter informações sobre a interação patógeno-hospedeiro-ambiente. Dentre os fatores envolvidos nessa interação, o hospedeiro exerce forte influência sobre o sucesso ou fracasso da infecção pelo patógeno, motivo pelo qual deve ser investigada a influência de diferentes métodos de inoculação, intensidades de ferimentos e idades do hospedeiro na severidade da doença. É importante ressaltar que até o momento, apesar da importância da podridão-de-cratera, inexistem estudos sobre a sua epidemiologia em frutos de meloeiro.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de métodos de inoculação, intensidade dos ferimentos e idade dos frutos na severidade da podridão-de-cratera em melão.

MATERIAL E MÉTODOS

Inóculo, hospedeiro, incubação e avaliação

Foram utilizados três isolados de *M. rotundum*, obtidos de raiz (LE-609) e frutos (LE-639 e LE-766) de meloeiro apresentando sintomas característicos de podridão-de-cratera, coletados em plantios comerciais de Mossoró (RN), em 2004. O inóculo fúngico foi produzido em placas de Petri com meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), incubadas durante 15 dias a 25 ± 1 °C, sob alternância luminosa (12 h claro/12 h escuro), em incubadora do tipo B.O.D. (Biochemistry Oxygen Demand). As suspensões de esporos foram preparadas pela adição de água destilada esterilizada à superfície das culturas, filtragem em camada dupla de gaze e ajuste da concentração para 10^6 conídios/mL, em hemacitômetro. As suspensões testemunhas consistiram de água destilada esterilizada, sem a presença de propágulos do patógeno. Todas as suspensões foram suplementadas com Tween 20 a 0,05%.

Em todos os experimentos, as inoculações foram realizadas em frutos sadios de meloeiro dos tipos Amarelo (cv. AF-682) e Honeydew (cv. Orange Flesh), após lavagem com água e sabão, desinfestação superficial pela imersão em NaClO 0,05% por 5 min e secagem. Posteriormente, cada fruto foi marcado na superfície em seis pontos equidistantes, onde foram efetuadas as inoculações. Os pontos inoculados constituíram as repetições, distribuídas em dois frutos/tratamento, ou seja, 12 repetições por tratamento. Após a inoculação, os frutos foram mantidos por 48 h sobre tampas de

placas de Petri contendo algodão hidrófilo umedecido com água destilada esterilizada e o conjunto foi colocado em sacos de polietileno umedecidos, constituindo a câmara úmida. Durante todos os períodos experimentais, os frutos foram mantidos à temperatura de 25 ± 1 °C, sob alternância luminosa, em incubadoras do tipo B.O.D.

A avaliação foi efetuada cinco dias após a inoculação, pela análise da severidade da podridão-de-cratera em cada ponto inoculado, determinando-se a área lesionada externa pela mensuração do comprimento da lesão em dois sentidos diametralmente opostos.

Influência do método de inoculação na severidade da podridão-de-cratera em melão

Frutos de meloeiro, no estágio de maturação comercial (26 dias após o início da formação do fruto), foram inoculados em cada ponto marcado, com as suspensões de conídios dos isolados de *M. roridum*. Foram testados cinco métodos de inoculação: a) gota: deposição de 0,05 mL da suspensão de conídios; b) pulverização: atomização de 5 mL da suspensão de conídios com o auxílio de atomizador DeVilbiss; c) gota com ferimento: execução de 10 ferimentos de aproximadamente 3 mm de profundidade, com o auxílio de uma almofada com alfinetes desinfestados, e deposição de 0,05 mL da suspensão de conídios; d) pulverização com ferimento: execução de ferimentos como no método anterior e atomização de 5 mL da suspensão de conídios; e) injeção subepidérmica: com auxílio de seringa hipodérmica, injeção de 100 µL da suspensão de conídios logo abaixo da superfície da casca. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5x3x2, representado por cinco métodos de inoculação, três isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro, com 12 repetições.

Influência da intensidade de ferimento no fruto na severidade da podridão-de-cratera em melão

Frutos de meloeiro, no estágio de maturação comercial, foram inoculados pelo método de gota com 10 ferimentos e deposição de 0,05 mL da suspensão de conídios. Foram testadas sete intensidades de ferimento em cada ponto marcado: sem ferimento, 1, 3, 5, 7, 9 e 10 ferimentos de 3 mm de profundidade, realizados com o auxílio de uma almofada com alfinetes desinfestados. Cada ferimento consistiu da perfuração provocada por um alfinete. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 7x3x2, representado por sete intensidades de ferimento, três isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro, com 12 repetições.

Influência da idade do ferimento no fruto na severidade da podridão-de-cratera em melão

Em frutos de meloeiro, no estágio de maturação comercial, foram realizados 10 ferimentos de 3 mm de profundidade em cada ponto marcado. A deposição de 0,05 mL da suspensão de conídios de *M. roridum* sobre o ferimento foi efetuada imediatamente após ou depois de 3 ou 6 h do ferimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x3x2, representado por três idades de ferimento, três isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro, com 12 repetições.

Influência da idade do fruto na severidade da podridão-de-cratera em melão

Frutos de meloeiro, com 12, 22 e 27 dias de formação foram inoculados pelo método de gota com 10 ferimentos e deposição de 0,05 mL da suspensão de conídios. A última idade correspondeu ao estágio de maturação comercial. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x3x2, representado por

três idades dos frutos, três isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro, com 12 repetições.

Análises estatísticas

Os dados obtidos nos experimentos de métodos de inoculação, idade dos ferimentos e idade dos frutos foram transformados em raiz ($x+0,5$) e submetidos à análise de variância, sendo a separação de médias efetuada pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados obtidos no experimento de intensidade do ferimento foram submetidos à análise de regressão linear, visando selecionar os modelos que propiciassem os melhores ajustes às curvas de severidade da podridão-de-cratera, com base no coeficiente de determinação (R^2) e no quadrado médio do resíduo (QMR). A significância das regressões foi verificada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, enquanto os parâmetros das regressões obtidas foram comparados aos pares por intervalo de confiança, utilizando os erros padrões. Todas as análises foram efetuadas com o auxílio do programa SAEG 9.01 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Influência do método de inoculação na severidade da podridão-de-cratera em melão

Não houve desenvolvimento de sintomas de cancro-de-cratera nos frutos de meloeiro quando as inoculações foram realizadas sem ferimento (Tabela 1), indicando que o patógeno não tem capacidade de penetrar os frutos diretamente. Resultados similares foram constatados em outras culturas inoculadas com *M. roridum* (8, 11, 23).

Injúrias provocadas nos frutos foram essenciais para iniciar o processo de infecção, pois facilitaram a penetração pelo patógeno. Além disso, os tecidos injuriados aumentam a atividade metabólica das células feridas (12), provocando elevação da taxa de respiração, indução da síntese de etileno e aumento da perda de água, o que resulta na acelerada deterioração dos frutos (14). No campo, os frutos de meloeiro podem sofrer várias formas de injúria durante o manejo da cultura, por raladuras no solo, cortes por instrumentos ou por pequenas pedras ou, também, pela atividade de insetos, como raspagem da superfície, picada ou penetração para alimentação (24). Além disso, os produtores realizam periodicamente a viragem dos frutos para evitar a formação da anomalia denominada barriga branca, ocasionado pelo excesso de umidade na parte inferior dos frutos, que desvaloriza o produto. Esse manejo durante a fase de desenvolvimento dos frutos pode propiciar a ocorrência de injúrias importantes para a penetração do patógeno.

As lesões foram significativamente ($P=0,05$) maiores nos frutos submetidos a ferimentos e inoculados pela deposição de gota ou pulverização com a suspensão de conídios de *M. roridum*, quando comparadas com os tratamentos sem ferimentos e com a inoculação por injeção (Tabela 1). O método de inoculação por injeção subepidérmica, apesar de propiciar o desenvolvimento de sintomas, apresentou lesões menores que os outros métodos com ferimento (Tabela 1). Além disso, com esse último método, na maioria das situações, os tamanhos das lesões não diferiram do obtido pelos métodos sem ferimento, que não desenvolveram lesões (Tabela 1). O método de injeção subepidérmica foi utilizado com sucesso por Carter (5) para inocular frutos de meloeiro com *M. roridum*, mas sem comparar com outros métodos. Por outro lado, os métodos foram comparados anteriormente para inoculação da bactéria *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Schaad *et al.*) Willems *et al.* em frutos de meloeiro, sendo constatado que o

método de injeção propiciou maior incidência de mancha-aquosa, sem diferir da deposição da gota com fermento, mas diferindo da pulverização com fermento. As inoculações em frutos sem fermento não induziram sintomas de mancha-aquosa, diferindo dos outros métodos (1).

A menor área lesionada nos frutos inoculados por injeção pode ser consequência da menor intensidade dos ferimentos e da reduzida quantidade de inóculo de *M. roridum* utilizadas quando comparado aos métodos de gota e pulverização com ferimentos. De modo geral, o método de pulverização requer menos tempo para inoculação, porém requer maior quantidade de inóculo. Considerando que o método de deposição de gota é realizado apenas em um único ponto de inoculação, este apresenta maior uniformidade de aplicação e exige quantidades menores de inóculo.

A severidade da podridão-de-cratera nos frutos foi influenciada pela interação entre métodos de inoculação, isolados de *M. roridum* e cultivares de meloeiro (Tabela 1). Na cultivar AF-682, o isolado LE-609 causou as maiores lesões quando inoculado pelos métodos de gota com fermento e pulverização com fermento. No entanto, quando as duas cultivares foram inoculadas com o isolado LE-639, as maiores lesões foram propiciadas pelo método de gota com fermento, seguido do método de pulverização com fermento, diferindo entre si e dos demais métodos. Ao serem inoculados na cultivar Orange Flesh, os isolados LE-609 e LE-766 causaram as maiores lesões pelo método de pulverização com fermento, seguido do método de gota com fermento, diferindo entre si e dos demais métodos (Tabela 1). Outro aspecto da interação a considerar é o comportamento dos isolados dentro de cada método de inoculação e cultivar de meloeiro. Quando utilizado o método de inoculação por gota com fermento, o isolado LE-639 provocou as maiores lesões nas duas cultivares, ao contrário do que apresentaram os frutos inoculados com o isolado LE-766. No que se

refere à inoculação por pulverização com ferimento, o comportamento dos isolados variou conforme a cultivar de meloeiro. Na cultivar AF-682, o isolado LE-639 causou as maiores lesões, seguido de LE-609 e LE-766, todos diferindo entre si. Na cultivar Orange Flesh, os isolados LE-609 e LE-766 causaram as maiores lesões, sem diferirem entre si, mas de LE-639 (Tabela 1). Os resultados indicam a existência de variações no comportamento dos isolados de *M. roridum* em função da interação com métodos de inoculação e cultivares de meloeiro. Diferenças nos níveis de virulência entre isolados de *M. roridum* foram previamente relatadas em meloeiro (15) e outras culturas (5, 6, 18, 22).

Influência da intensidade de ferimento no fruto na severidade da podridão-de-cratera em melão

A intensidade do ferimento nos frutos influenciou significativamente na severidade da podridão-de-cratera. De modo geral, a severidade da doença aumentou com o incremento do número de ferimentos de 1 para 10, atingindo o máximo de área lesionada nos frutos com 10 ferimentos para os três isolados nas duas cultivares. Não foi observada presença de sintomas da doença nos frutos sem ferimentos (Figura 1).

A interação entre intensidades de ferimento, isolados do patógeno e cultivares de meloeiro foi significativa. O modelo linear simples $y = a + bx$, onde y = área lesionada e x = número de ferimentos, proporcionou excelente ajuste das curvas de progresso da severidade da doença em função da intensidade de ferimento, com coeficientes de determinação (R^2) variando entre 81,2% e 99,4% (Tabela 2).

Pelas estimativas obtidas, nas duas cultivares de meloeiro (AF-682 e Orange Flesh) o isolado LE-766 ocasionou as maiores taxas de crescimento das lesões (34,94 e 45,58 m²/unidade de ferimento) em função da intensidade do ferimento, diferindo dos

demais isolados (Tabela 2). Na cultivar AF-682, o isolado LE-639 propiciou taxa de crescimento das lesões ($22,68 \text{ mm}^2/\text{unidade de ferimento}$) superior ao isolado LE-609, mas não diferiu deste na cultivar Orange Flesh (Tabela 2).

A elevação da severidade da doença, com o aumento do número de ferimentos nos frutos, pode ser explicada pela maior quantidade de portas de entrada disponíveis para o patógeno, uma vez que as injúrias são indispensáveis para a penetração e início do processo infeccioso por *M. roridum*. Este processo potencializa a ação do patógeno através de múltiplas infecções simultâneas em uma área restrita. Além disso, com a elevação do número de ferimentos, as alterações metabólicas de natureza química e física nos frutos em função das injúrias (12, 14) podem ter ocorrido mais rapidamente, deixando os mesmos mais vulneráveis ao ataque do patógeno.

Influência da idade do ferimento no fruto na severidade da podridão-de-cratera em melão

Verificou-se uma tendência de redução do tamanho das lesões da podridão-de-cratera nos frutos com o aumento da idade do ferimento (Tabela 3), embora a interação entre idades do ferimento, isolados do patógeno e cultivares de meloeiro tenha sido significativa. Em todas as situações, as lesões foram significativamente menores nos frutos feridos seis horas antes da inoculação do que naqueles feridos imediatamente antes da inoculação (Tabela 3).

Não houve diferença no tamanho das lesões quando os frutos das duas cultivares de meloeiro foram feridos três horas antes ou imediatamente antes da inoculação com o isolado LE-609, bem como em relação à cultivar Orange Flesh inoculada com os isolados LE-609 e LE-639. Por outro lado, quando consideradas as inoculações dos isolados LE-639 e LE-766 na cultivar AF-682 e do último isolado na cultivar Orange

Flesh, a realização de ferimentos nos frutos imediatamente antes da inoculação propiciou maiores lesões que ferimentos realizados três horas antes (Tabela 3).

A maior severidade da podridão-de-cratera nos frutos submetidos a ferimento e imediatamente inoculados pode ser decorrente da maior disponibilidade de água livre liberada na forma de exsudatos logo após a realização do ferimento, pois alta umidade estimula o processo de infecção por *M. roridum* e/ou aumenta a suscetibilidade do hospedeiro, influenciando na taxa de progresso da doença e refletindo na maior severidade (7). O processo de cicatrização do tecido lesionado pode também ter influenciado na severidade da doença, pois durante a cicatrização dos tecidos em frutos de meloeiro ocorre a produção de suberina e lignina, bem como sua deposição nas paredes celulares para formar a periderme da lesão (14), o que pode constituir um mecanismo estrutural de resistência ao processo infeccioso. Outro aspecto a considerar é que ferimentos jovens geralmente aceleram as taxas de respiração e síntese de etileno em virtude da alta atividade metabólica das células feridas, minutos após o corte (12). O etileno produzido em decorrência dos tecidos feridos acelera a deterioração e senescência do tecido vegetativo, e promove o rápido amadurecimento dos frutos climatéricos, como o melão, tornando-os mais suscetíveis às infecções por microrganismos patogênicos (14). Além disso, em ferimentos antigos pode ter havido um acúmulo de fitoalexinas em resposta ao dano mecânico e, desta forma, inibido a ação do patógeno (21).

Influência da idade do fruto na severidade da podridão-de-cratera em melão

Foram observados sintomas da podridão-de-cratera nos frutos de todas as idades quando inoculados com os isolados do patógeno (Tabela 4). De maneira geral, a idade do fruto não foi determinante para elevação ou redução da severidade da doença, o que

pode ser constatado pelas interações significativas com cultivares de meloeiro e isolados do patógeno. Como exemplo, frutos da cultivar AF-682 com 22 dias de idades inoculados com os isolados LE-609 e LE-639 desenvolveram lesões maiores que frutos com 12 ou 27 dias de idade, que não diferiram significativamente entre si. Quando essa cultivar foi inoculada com o isolado LE-766, frutos com 27 dias de idade desenvolveram lesões maiores que frutos com 12 ou 22 dias. Frutos de Orange Flesh com 12 dias de idade, inoculados com o isolado LE-609, desenvolveram lesões maiores que frutos com 22 ou 27, sendo constatado o inverso quando inoculados com o isolado LE-766 (Tabela 4).

A habilidade de *M. roridum* em causar doença em frutos de meloeiro em diferentes estádios de maturação foi constatada inicialmente por McLean & Sleeth (17), ao registrarem a ocorrência da doença em plantios do Texas (EUA). No entanto, não existem estudos sistemáticos sobre a influência da idade dos frutos de meloeiro na severidade da podridão-de-cratera, o que dificulta comparações.

A falta de influência da idade do fruto de meloeiro na severidade da podridão-de-cratera pode ser devida ao processo de patogênese exercido por *M. roridum*, baseado num arsenal de enzimas e toxinas. Apesar do melão ser um fruto climatérico, os mecanismos de ataque do patógeno podem ter anulado a influência do estágio de maturação. Durante a infecção, ocorre abundante formação de massa de esporos que germinam e originam estruturas somáticas que produzem enzimas e metabólicos tóxicos, facilitando a penetração e colonização do tecido hospedeiro. A relação entre produção de enzimas poligalacturanases por *M. roridum* e severidade da podridão-de-cratera em meloeiro tem sido destacada (15, 16), o que pode ser uma vantagem em sua adaptação, versatilidade e virulência. Além disso, *M. roridum* é um forte produtor de substâncias que induzem a síntese de etileno no hospedeiro (9), o que provoca o

aumento da atividade metabólica das células e a maior predisposição a infecção, mesmo em tecidos imaturos.

Estudos realizados com outros patógenos causadores de podridões em frutos de meloeiro (3, 25) constataram a influência da idade dos frutos na severidade, sendo a resposta variável conforme o patógeno envolvido. Quando inoculados com *Didymella bryoniae* (Auerswald) Rehm, os frutos imaturos foram mais suscetíveis que os frutos maduros, sendo verificado o contrário quando a inoculação foi realizada com *Phomopsis cucurbitae* McKeen. A diferença em relação às preferências pelo estágio de maturação dos frutos de meloeiro pode estar associada ao tipo de atividade da enzima poligalacturanase (PG), uma vez que a endo-PG é mais eficiente para despolimerizar substâncias pécicas e macerar tecidos de plantas comparada com a exo-PG (2). *Phomopsis cucurbitae* produz predominantemente atividade endo-PG e causa sintomas mais agressivos em frutos maduros de meloeiro que *D. bryoniae* (3), que produz predominantemente atividade exo-PG (25). Por outro lado, *M. roridum* produz eficientemente exo e endo-PG (19), o que evidencia a sua versatilidade e pode habilitá-lo a promover a infecção dos frutos de meloeiro independente do estágio de maturação.

O conjunto dos resultados sugere que não existem explicações simples para o desenvolvimento da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro, pois a intensidade da mesma é resultante da interação de vários fatores que podem ocorrer simultaneamente, como diferentes cultivares e idades dos frutos, isolados de *M. roridum*, tipos e idades dos ferimentos. Apesar da complexidade do patossistema, um aspecto foi determinante para a ocorrência da doença nos frutos: a presença de ferimentos. Portanto, devem ser tomados todos os cuidados para evitar injúrias nos frutos, independente do estágio de maturação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (Proc. 620111/2004-6).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araújo, D.V.; Mariano, R.L.R.; Michereff, S.J. Métodos de inoculação de *Acidovorax avenae* susp. *citrulli* em melão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.31, n.1, p.69-73, 2005.
2. Bateman, D.F.; Millar, R.L. Pectic enzymes in tissue degradation. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.4, p.119-146, 1966.
3. Bruton, B.D. Etiology, epidemiology, and control of muskmelon fruit rots. In: Lester, G.; Dunlap, J. (Eds.) **Cucurbitaceae '94**. Edinburg: Gateway Printing, 1995. p.49-54.
4. Bruton, B.D. Crater rot. In: Zitter, T.A.; Hopkins, D.L.; Thomas, C.E. (Eds.) **Compendium of cucurbit diseases**. St. Paul: APS Press, 1996. p.49-50.
5. Carter, W.W. Incidence and control of *Myrothecium roridum* on cantaloupes in relation to time of fungicide application. **Plant Disease**, St. Paul, v.64, n.9, p.872-874, 1980.
6. Chase, A.R. Influence of host plant and isolate source on *Myrothecium* leaf spot of foliage plants. **Plant Disease**, St. Paul, v.67, n.6, p.668-671, 1983.
7. Chitarra, L.G.; Meyer, M.C. Novo e sem controle. **Cultivar - Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v.19, p.16-18, 2004.

8. Cunfer, B.M.; Grahem, J.H.; Lukezic, F.L. Studies on the biology of *Myrothecium roridum* and *M. verrucaria*. **Phytopathology**, St. Paul, v.59, n.12, p.1306-1309, 1969.
9. Domsch, K.W.; Gams, W.; Anderson, T-H. **Compendium of soil fungi**. London: Academic Press, 1980. v.1, 859p.
10. FAO. **FAOSTAT** - Agricultural statistics database. Rome: World Agricultural Information Center, 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>>. Acesso em: 01 fev. 2006.
11. Fergus, C.L. *Myrothecium roridum* on gardenia. **Mycologia**, New York, v.49, n.1, p.124-127, 1957.
12. Guzmán, I.L.; Cantwell, M.; Barrett, D.M. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl₂ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.17, n.3, p.201-213, 1999.
13. IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp>>. Acesso em: 28 jan. 2006.
14. Jacomino, A.P.; Arruda, M.C.; Moreira, R.C., Kluge, R.A. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: Gonzáles-Aguilar, G. (Ed.) **Estado actual del mercado de frutas y vegetales cortados en Iberoamérica**. San Jose: Universidad de Costa Rica, 2004. p.79-86.
15. Lima, G.S.A.; Oliveira, S.M.A.; Bezerra Neto, E; Menezes, M. Reação de cultivares de melão a isolados de *Myrothecium roridum*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.135-139, 1997.
16. Mackay, W.A.; Ng, T.J.; Hammerschlag, F.A. *Cucumis melo* L. callus response to toxins produced by *Myrothecium roridum* Tode ex. Fries. **Journal of the**

- American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.119, n.2, p.356-360, 1994.
17. McLean, D.M.; Sleeth, B. *Myrothecium* rind rot of cantaloupe. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v.45, n.9, p.728-729, 1961.
 18. Nguyen, T.H.; Mathur, S.B.; Neergaard, P. Seed-borne species of *Myrothecium* and their pathogenic potential. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v.6, n.2, p.347-354, 1973.
 19. Singh, S.N.; Shukla, P. Variation in the production of enzymes by different isolates of *Myrothecium roridum* causing leafspot of mungbean. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v.52, n.1, p.63-65, 1999.
 20. Silva, D.M.W.; Menezes, M.; Oliveira, S.M.A.; Pereira, G.F. Ocorrência de *Myrothecium roridum* em melão em Mossoró, Rio Grande do Norte. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.21, n.4, p. 519, 1996.
 21. Skene, D.S. Wound healing in apple fruits: the anatomical response of Cox's Orange Pippin at different stages of development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.56, n.1, p.145-153, 1981.
 22. Taneja, N.K.; RAJ, S.; Seth, P.K. Existence of pathotypes in *Myrothecium roridum*. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v.43, n.5, p.464-466, 1990.
 23. Ullasa, B.A.; Maholay, M.N.; Sohi, H.S. Ring rot of brinjal caused by *Myrothecium roridum* Tode ex Fries from Bangalore. **Current Science**, Bagalore, v.45, n.16, p.601-602, 1976.
 24. Viana, F.M.P.; Santos, A.A.; Freire, F.C.O.; Cardoso, J.E.; Vidal, J.C. **Recomendações para o controle das principais doenças que afetam a cultura do melão na região Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular técnica, 12).

25. Zhang, J.X.; Bruton, B.D.; Miller, M.E.; Isakeit, T. Relationship of developmental stage of cantaloupe fruit to black rot susceptibility and enzyme production by *Didymella bryoniae*. **Plant Disease**, St. Paul, v.83, n.11, p.1025-1032, 1999.

Tabela 1. Influência do método de inoculação na severidade (área lesionada) da podridão-de-cratera em frutos de duas cultivares (AF-682 e Orange Flesh) de meloeiro (*Cucumis melo*), inoculados com três isolados de *Myrothecium roridum* (LE-609, LE-639 e LE-766).

Método de inoculação	Área lesionada (mm ²)					
	AF-682			Orange Flesh		
	LE-609	LE-639	LE-766	LE-609	LE-639	LE-766
Gota sem ferimento	0,0 bA*	0,0 cA	0,0 bA	0,0 cA	0,0 dA	0,0 cA
Pulverização sem ferimento	0,0 bA	0,0 cA	0,0 bA	0,0 cA	0,0 dA	0,0 cA
Gota com ferimento	225,3 aB	267,8 aA	124,0 aC	200,5 bB	277,0 aA	164,3 bC
Pulverização com ferimento	214,7 aA	180,8 bB	140,5 aC	278,2 aA	166,5 bB	264,2 aA
Injeção	4,3 bA	7,7 cA	4,0 bA	35,8 cA	18,3 cA	4,0 cB

C.V. (%) = 12,3

*Média de 12 repetições. Para efeito de análise, os valores originais foram transformados em raiz ($x+0,5$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada cultivar, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($P=0,05$).

Tabela 2. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) estimados para a relação entre número de ferimentos (NF) e severidade (área lesionada = AL) da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro, considerando as interações com duas cultivares (AF-682 e Orange Flesh) e três isolados de *Myrothecium roridum* (LE-609, LE-639 e LE-766).

Interação	Equação	R^2 (%)
AF-682 x LE-609	$AL = 3,26 + 12,99 NF$	99,4
AF-682 x LE-639	$AL = 66,78 + 22,68 NF$	81,2
AF-682 x LE-766	$AL = 91,00 + 34,94 NF$	86,5
Orange Flesh x LE-609	$AL = 3,65 + 20,04 NF$	98,3
Orange Flesh x LE-639	$AL = 46,89 + 28,58 NF$	93,7
Orange Flesh x LE-766	$AL = 34,98 + 45,58 NF$	90,06

Tabela 3. Influência da idade do ferimento na severidade (área lesionada) da podridão-de-cratera em frutos de duas cultivares (AF-682 e Orange Flesh) de meloeiro (*Cucumis melo*), inoculados com três isolados de *Myrothecium roridum* (LE-609, LE-639 e LE-766).

Idade do ferimento (horas)	Área lesionada (mm ²)					
	AF-682			Orange Flesh		
	LE-609	LE-639	LE-766	LE-609	LE-639	LE-766
0	129,8 aC*	193,0 aB	311,0 aA	149,0 aB	187,0 aA	213,3 aA
3	129,8 aB	126,0 bB	262,3 bA	127,0 aB	188,7 aA	161,7 bA
6	79,8 bB	64,3 cB	139,7 cA	80,3 bB	155,3 bA	163,4 bA

C.V. (%) = 6,8

*Média de 12 repetições. Para efeito de análise, os valores originais foram transformados em raiz ($x+0,5$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada cultivar, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($P=0,05$).

Tabela 4. Influência da idade do fruto na severidade (área lesionada) da podridão-decraetera em duas cultivares (AF-682 e Orange Flesh) de meloeiro (*Cucumis melo*), inoculados com três isolados de *Myrothecium roridum* (LE-609, LE-639 e LE-766).

Idade do fruto (dias)	Área lesionada (mm ²)					
	AF-682			Orange Flesh		
	LE-609	LE-639	LE-766	LE-609	LE-639	LE-766
12	342,0 bA*	197,8 cB	148,5 cC	343,2 aA	319,8 aA	225,7 bB
22	395,0 aA	426,2 aA	242,7 bB	268,5 bA	251,8 bA	259,3 aA
27	329,7 bA	360,5 bA	332,8 aA	313,5 bA	307,8 aA	257,5 aB

C.V. (%) = 7,0

*Média de 12 repetições. Para efeito de análise, os valores originais foram transformados em raiz ($x+0,5$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada cultivar, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($P=0,05$).

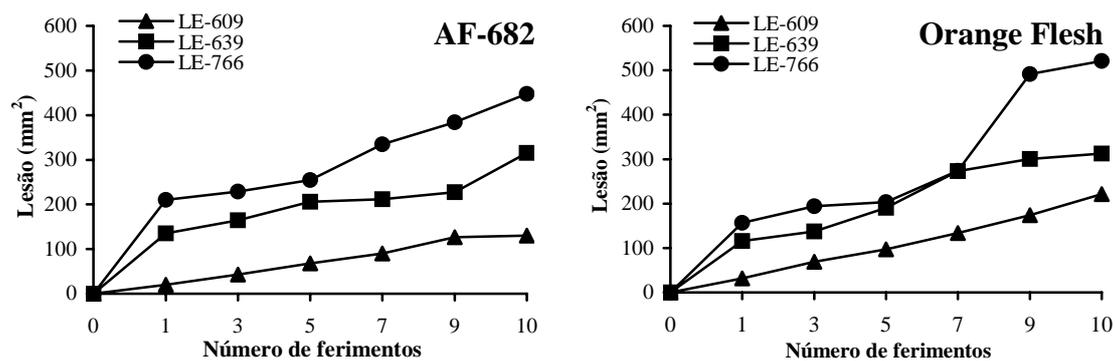


Figura 1. Influência da intensidade de ferimento no fruto na severidade (área lesionada) da podridão-de-cratera em duas cultivares (AF-682 e Orange Flesh) de meloeiro (*Cucumis melo*), inoculados com três isolados de *Myrothecium roridum* (LE-609, LE-639 e LE-766).

Capítulo III

**Influência da Umidade, Temperatura e Concentração
de Inóculo de *Myrothecium roridum* na Severidade da
Podridão-de-Cratera em Frutos de Meloeiro**

Influência da Umidade, Temperatura e Concentração de Inóculo de *Myrothecium roridum* na Severidade da Podridão-de-Cratera em Frutos de Meloeiro*

Rosemberg F. Senhor^{1}, Marcos P.S. Câmara¹, Liziane F. Prichoa^{1**}, Sami J. Michereff^{1**} & Rui Sales Jr.²**

¹Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade; Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife, PE, Fax: (081) 3320-6205, e-mail: mcamara@ufrpe.br; ²Departamento de Ciências Vegetais, Área de Fitossanidade, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, CEP 59625-900, Mossoró, RN, e-mail: ruisaless@ufersa.edu.br

(Aceito para publicação em / /)

Autor para correspondência: Marcos P.S. Câmara

SENHOR, R.F., CÂMARA, M.P.S., PRICHOA, L.F., MICHEREFF, S.J. & SALES JR., R. Influência da umidade, temperatura e concentração de inóculo de *Myrothecium roridum* na severidade da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro. Fitopatologia Brasileira

* Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor. Universidade Federal Rural de Pernambuco (2006).

** Bolsistas do CNPq

RESUMO

A podridão-de-cratera, causada pelo fungo *Myrothecium roridum*, é uma importante doença dos frutos de meloeiro nos pólos produtores do Nordeste brasileiro. Foi analisada a influência da umidade, da temperatura e da concentração de inóculo de três isolados de *M. roridum* na severidade da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro dos tipos Amarelo (cv. AF-682) e Honeydew (cv. Orange Flesh). A presença de água livre na superfície dos frutos foi desnecessária para o início do processo de infecção pelos isolados de *M. roridum*, embora as lesões tenham sido maiores nos frutos submetidos à câmara úmida. Na ausência da câmara úmida, as maiores lesões foram verificadas na cultivar Orange Flesh. Os três isolados de *M. roridum* provocaram sintomas da doença, destacando-se LE-639 ao causar as maiores lesões com e sem a câmara úmida. A temperatura influenciou significativamente a severidade da doença. As temperaturas ótimas estimadas para o desenvolvimento da doença nas cultivares AF-682 e Orange Flesh foram 26,1 °C e 26,2 °C, respectivamente. As menores lesões foram estimadas a 38,6 °C em todas as interações. A severidade da doença aumentou com o incremento na concentração de inóculo de *M. roridum*, atingindo o máximo com 10^7 conídios/ml. Na cultivar AF-682, não foi observada a presença de sintomas nos frutos inoculados com o isolado LE-609 na concentração de 10^1 conídios/ml, bem como com os isolados LE-639 e LE-766 nas concentrações de 10^3 e 10^2 conídios/ml, respectivamente. Na cultivar Orange Flesh, os três isolados do patógeno induziram sintomas a partir da concentração de 10^3 conídios/ml.

Palavras-chave adicionais: *Cucumis melo*, *Myrothecium roridum*, epidemiologia, ambiente.

ABSTRACT**Influence of the humidity, temperature and inoculum concentration of *Myrothecium roridum* in crater rot severity in melon fruits.**

The crater rot, caused by the fungus *Myrothecium roridum*, is an important disease of melon fruits in the Northeast producing fields of Brazil. It was analyzed the influence of the humidity, temperature and inoculum concentration of three *M. roridum* isolates on the severity of the crater rot in melon fruits type Yellow (cv. AF-682) and Honeydew (cv. Orange Flesh). The presence of free water in the surface of the fruits was unnecessary to initiate the infection process by *M. roridum* isolates, although the lesions were bigger in the fruits kept under moist chamber. In the absence of moist chamber, the biggest lesions were verified in cultivar Orange Flesh. All *M. roridum* isolates caused disease symptoms, being distinguished LE-639 which caused the biggest lesions with and without moist chamber. The temperature significantly influenced the severity of the disease. The optimum estimates temperatures for disease development in the cultivars AF-682 and Orange Flesh were 26.1°C and 26.2°C, respectively. The smaller lesions were esteemed at 38.6 °C in all interactions. Disease severity increased with the increment in *M. roridum* inoculum concentration, reaching the maximum at 10⁷ conidia/ml. In cultivar AF-682, the presence of symptoms were not observed in the fruits inoculated with the isolate LE-609 in the concentration of 10¹ conidia/ml, the same pattern was observed with the isolates LE-639 and LE-766 at concentrations of 10² and 10³ conidia/ml, respectively. Considering the cultivar Orange Flesh, the three pathogen isolates were able to induce disease symptoms beginning at a concentration of 10³ conidia/ml.

Additional keywords: *Cucumis melo*, *Myrothecium roridum*, epidemiology, environment.

INTRODUÇÃO

A região Nordeste é responsável por aproximadamente 99,5% (282.000 t) da produção brasileira de melão (*Cucumis melo* L.), destacando-se na oferta de frutos para o mercado interno e para exportação. Os maiores pólos produtores de melão são o agropólos Mossoró/Assú e Baixo Jaguaribe, localizados no semi-árido dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, respectivamente (IBGE, 2005).

A expansão da cultura do meloeiro na região Nordeste, aliada ao cultivo intensivo e contínuo sem rotação de culturas, tem contribuído para o aumento da incidência e severidade de várias doenças (Santos *et al.*, 2004). Dentre estas, destaca-se a podridão-de-cratera, causada pelo fungo *Myrothecium roridum* Tode ex Fries. Essa doença foi detectada pela primeira vez no Brasil em 1991 (Silva *et al.*, 1996) e, desde então, vem ocorrendo com freqüência nos plantios da região e ocasionando problemas cada vez mais sérios. Consideráveis perdas em pré e pós-colheita podem ser causadas pela podridão-de-cratera (Mackay *et al.*, 1994), sendo relatadas perdas superiores a 30% devido à presença de lesões em frutos no campo (Bruton, 1996).

Os sintomas da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro caracterizam-se por lesões variando de superficiais a profundas, freqüentemente em forma de cratera, medindo de 2 a 50 mm de diâmetro, nas quais são produzidas frutificações (esporodóquios) de cor verde-oliva e exsudados escuros. O fungo causador da podridão-de-cratera é habitante natural do solo e pode se tornar parasita se as condições ambientais forem favoráveis ao seu desenvolvimento (Bruton, 1996). De maneira geral, as ocorrências de podridões fúngicas em frutos de meloeiro no campo estão associadas a

condições ambientais quentes e úmidas, bem como à presença de frutos injuriados (Viana *et al.*, 2001).

Informações precisas sobre o desenvolvimento da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro são escassas, mas fundamentais para o estabelecimento de estratégias de manejo da doença. Na tentativa de determinar as condições mais favoráveis às doenças, o conhecimento da interação patógeno-hospedeiro-ambiente é imprescindível. Assim, as condições de umidade, as faixas de temperatura e as concentrações de inóculo do patógeno adequadas para o estabelecimento de elevados níveis de doença devem ser definidas para cada associação patógeno-hospedeiro (Agrios, 2005).

A frequência e a intensidade da doença são significativamente influenciadas pelo grau de desvio de cada condição ambiental do ponto no qual o progresso da doença é máximo. A temperatura e a umidade na superfície da planta são os fatores ambientais que afetam mais intensamente o início e o progresso de doenças infecciosas em plantas. Os patógenos diferem em suas preferências por alta ou baixa temperatura, uma vez que a mesma afeta o número de esporos formados e a germinação destes. A umidade, por sua vez, é indispensável para a germinação da maioria dos esporos fúngicos e para a penetração do tubo germinativo no hospedeiro, além de aumentar a suscetibilidade a certos patógenos, afetando a incidência e a severidade da doença (Agrios, 2005).

Apesar da importância da podridão-de-cratera, inexistem estudos relacionados a aspectos epidemiológicos em frutos, motivo pelo qual este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da umidade, da temperatura e da concentração de inóculo do patógeno na severidade da doença em frutos de meloeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Inóculo e inoculação

Foram utilizados três isolados de *M. roridum*, obtidos de raiz (LE-609) e frutos (LE-639 e LE-766) de meloeiro apresentando sintomas característicos de podridão-de-cratera, coletados em plantios comerciais de Mossoró (RN), em 2004. O inóculo do patógeno foi produzido em placas de Petri com meio de cultura batata-dextrose-água (BDA), incubadas durante 15 dias a 25 ± 2 °C, sob alternância luminosa (12 h claro/12 h escuro). As suspensões de esporos foram preparadas pela adição de água destilada esterilizada à superfície das culturas, filtragem em camada dupla de gaze e ajuste da concentração em hemacitômetro. As suspensões testemunhas consistiram de água destilada esterilizada, sem a presença de conídios do patógeno. Todas as suspensões foram suplementadas com Tween 20 a 0,05%.

Em todos os experimentos, as inoculações foram realizadas em frutos sadios de meloeiro dos tipos Amarelo (cv. AF-682) e Honeydew (cv. Orange Flesh), no estágio de maturação comercial. Após lavagem com água e sabão, os frutos foram desinfestados superficialmente pela imersão em NaClO 0,05% por 5 min e submetidos à secagem. Posteriormente, cada fruto foi marcado na superfície em seis pontos equidistantes, onde foram efetuados 10 ferimentos de aproximadamente 3 mm de profundidade, com o auxílio de uma almofada com alfinetes, sendo depositada uma alíquota de 0,05 ml das suspensões contendo esporos do patógeno em cada ponto, com auxílio de pipeta. Os pontos inoculados constituíram as repetições, distribuídas em dois frutos/tratamento, ou seja, 12 repetições por tratamento.

A avaliação foi efetuada cinco dias após a inoculação, pela análise da severidade da podridão-de-cratera em cada ponto inoculado, determinando-se a área lesionada externa pela mensuração do comprimento da lesão em dois sentidos diametralmente opostos.

Influência da umidade na severidade da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro

Frutos de meloeiro foram inoculados com as suspensões dos isolados de *M. roridum* na concentração de 10^6 conídios/ml. Após a inoculação, os frutos foram submetidos a duas condições de umidade: sem câmara úmida ou com câmara úmida por 48 horas. Na câmara úmida, os frutos foram mantidos sobre tampas de placas de Petri contendo algodão hidrófilo umedecido com água destilada esterilizada e o conjunto foi colocado em sacos plásticos. Durante todo o período experimental os frutos foram mantidos à temperatura de 25 °C, em incubadora do tipo B.O.D. (Biochemistry Oxygen Demand). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x3x2, representado por duas condições de umidade, três isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro, com 12 repetições, sendo cada uma constituída por um ponto de inoculação.

Influência da temperatura na severidade da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro

Frutos de meloeiro foram inoculados com as suspensões dos isolados de *M. roridum* na concentração de 10^6 conídios/ml, submetidos à câmara úmida e mantidos às temperaturas de 15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C, em incubadoras do tipo B.O.D. Após 48 horas, as câmaras úmidas foram retiradas e os frutos mantidos nas respectivas

temperaturas até a época de avaliação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 6x3x2, representado por seis temperaturas, três isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro, com 12 repetições, sendo cada uma constituída por um ponto de inoculação.

Influência da concentração do inóculo de *Myrothecium roridum* na severidade da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro

Frutos de meloeiro foram inoculados com as suspensões dos isolados de *M. roridum*, nas concentrações de 10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 e 10^7 conídios/ml. Após a inoculação e a colocação em câmara úmida, os frutos foram mantidos à temperatura de 25 °C, em incubadora do tipo B.O.D. Após a retirada da câmara úmida (48 horas), os frutos foram mantidos na mesma temperatura até a época de avaliação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 7x3x2, representado por sete concentrações de inóculo do patógeno, três isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro, com 12 repetições, sendo cada uma constituída por um ponto de inoculação.

Análises estatísticas

Os dados obtidos nos experimentos foram transformados em raiz ($x+0,5$) e submetidos à análise de variância. Nos dados do experimento umidade foi efetuada a separação de médias pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa SAEG 9.01 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2004). Os dados obtidos nos experimentos de temperatura e concentração de inóculo foram submetidos à análise de regressão linear e não-linear, para selecionar os modelos com os melhores ajustes às

curvas de severidade da podridão-de-cratera, com base no coeficiente de determinação (R^2) e no quadrado médio do resíduo (QMR), enquanto a significância das regressões foi verificada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises de regressão foram efetuadas com o auxílio do programa TableCurve™ 2D v5.01 for Windows® (SYSTAT Software Inc. Chicago - IL, USA, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos de meloeiro inoculados com *M. roridum* desenvolveram sintomas de podridão-de-cratera independentemente da presença de câmara úmida (Tabela 1), indicando que não foi necessária água livre, na forma de condensação, na superfície dos frutos, para a germinação dos esporos e penetração no hospedeiro.

Embora alta umidade seja considerada essencial para o início do processo de infecção pela maioria dos fungos fitopatogênicos (Agrios, 2005), a ocorrência de infecções por *M. roridum* na ausência de câmara úmida indica que apenas a umidade associada aos exsudatos liberados pelo fruto após a realização do fermento foi suficiente para dar início ao processo de infecção, assemelhando-se ao constatado por Silveira *et al.* (2004) quando inocularam a bactéria *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Schaad *et al.*) Willems *et al.* em melão amarelo.

Na maioria das situações, as lesões de podridão-de-cratera foram maiores nos frutos submetidos à câmara úmida (Tabela 1), indicando que a alta umidade estimula o processo de infecção por *M. roridum* e/ou aumenta a suscetibilidade do hospedeiro, influenciando na taxa de progresso da doença e refletindo na maior severidade (Chitarra & Meyer, 2004). Cabe salientar que a perda de umidade de produtos frescos é determinada pela umidade relativa do ambiente. Elevado teor de umidade relativa,

embora ajude a manter a turgidez e reduzir as perdas de água no fruto, pode ser favorável ao desenvolvimento de doenças (Chitarra & Chitarra, 1990).

Apesar de não ocorrer alta umidade relativa durante o dia nos pólos produtores de melão do Nordeste, vários períodos curtos de molhamento são verificados à noite, que podem ser suficientes para estimular o processo infeccioso por *M. roridum*, a exemplo do verificado em outros patossistemas em regiões semi-áridas (Rotem, 1978). A formação de orvalho pelas diferenças de temperatura entre o dia e a noite também propicia períodos de molhamento nas primeiras horas do dia. Além disso, a interrupção dos períodos de molhamento pelos dias secos pode ser compensada pela umidade propiciada por algumas práticas culturais, como irrigação por gotejamento, cobertura do solo com plástico (“mulch”) e da linha de plantio com manta térmica do tipo tecido-não-tecido (TNT).

As interações umidade x isolados x cultivares e isolados x cultivares não foram significativas ($P=0,05$), mas foram significativas as interações umidade x cultivares e situações de umidade x isolados. Na ausência da câmara úmida, a cultivar Orange Flesh apresentou lesões significativamente maiores que a cultivar AF-682, enquanto as duas cultivares não diferiram no tamanho das lesões quando a câmara úmida foi utilizada (Tabela 1). A menor espessura da casca e a maior suculência da polpa da cultivar Orange Flesh pode ter facilitado o processo de infecção na ausência de câmara úmida, propiciando a liberação mais rápida e em maior quantidade de umidade oriunda do conteúdo celular do fruto ferido, além de facilitar a colonização da polpa. Por outro lado, com a presença de câmara úmida, esses efeitos podem ter sido suplantados pela alta umidade disponível.

Os três isolados de *M. roridum* provocaram sintomas da doença, destacando-se LE-639 como mais virulento, ao causar as maiores lesões nos frutos. Os isolados LE-

609 e LE-639 causaram lesões maiores nos frutos mantidos em câmara úmida, mas o isolado LE-766 não foi influenciado pela câmara úmida (Tabela 1), indicando variações no comportamento dos isolados em função das condições de umidade. A ocorrência de isolados de *M. roridum* inoculados em frutos de meloeiro com diferentes níveis de virulência também foi observada por Lima *et al.* (1997), o que pode ser explicado pela alta variabilidade genética existente entre os isolados desse fungo (Preston, 1943).

A temperatura influenciou significativamente na severidade da podridão-decraetera nos frutos de meloeiro. De modo geral, o incremento da temperatura de 15 °C para 25 °C proporcionou um aumento na severidade da doença, enquanto a partir de 30 °C, na maioria das situações, ocorreu uma redução acentuada na área lesionada (Figura 1).

Foram verificadas interações significativas entre temperaturas e cultivares, bem como entre temperaturas e isolados. Por outro lado, as interações temperaturas x isolados x cultivares e isolados x cultivares não foram significativas. O modelo $y = a + bx^2 + cx^3 + de^x$, onde y = área lesionada e x = temperatura, proporcionou excelente ajuste das curvas de progresso da severidade da doença em função da temperatura, com coeficientes de determinação (R^2) variando entre 83,7% e 96,2% (Tabela 2). As temperaturas ótimas estimadas para o desenvolvimento da doença nas cultivares AF-682 e Orange Flesh foram 26,1 °C e 26,2 °C (Tabela 2), respectivamente, correspondendo à faixa de temperatura ótima para o crescimento micelial e esporulação de *M. roridum* (Cunfer *et al.*, 1969; Domsch *et al.*, 1980), bem como para causar doença em outras culturas (Lakshminarayana & Joshi, 1978; Cardoso & Pitta, 1982; Chase & Poole, 1984).

Em relação aos isolados de *M. roridum*, as temperaturas ótimas para o desenvolvimento das lesões induzidas por LE-609, LE-639 e LE-766 foram 25,8 °C;

26,1 °C e 26,6 °C, respectivamente (Tabela 2), fato que provavelmente está relacionado à variabilidade intra-específica dos isolados testados.

Em todas as interações, as menores lesões nos frutos de meloeiro foram estimadas na temperatura de 38,6 °C (Tabela 2), muito próxima da crítica ($\cong 37$ °C) para o crescimento micelial e esporulação de *M. roridum* (Cunfer *et al.*, 1969; Patel & Kore, 1982).

Como os frutos de meloeiro estão fisiologicamente adaptados à faixa de temperatura testada (15-40 °C) e, portanto, não eram passíveis de estresse que aumentaria a predisposição à infecção pelo patógeno, os resultados sugerem que a temperatura exerceu grande influência sobre o metabolismo de *M. roridum*, e sobre a cinética das enzimas envolvidas no processo de infecção, que aumentou ou reduziu de atividade conforme as condições predominantes. Cabe salientar que temperaturas mínimas e máximas para o desenvolvimento do patógeno normalmente não causam sua morte. Conseqüentemente, temperaturas desfavoráveis no campo apenas inibem temporariamente uma epidemia, mas não erradicam o patógeno, a menos que predominem por períodos prolongados. Em regiões quentes, como as predominantes nos pólos produtores de melão do Nordeste, a inibição da epidemia se deve principalmente às altas temperaturas diurnas, pois as temperaturas noturnas, geralmente mais baixas, favorecem os processos de esporulação e infecção. Temperaturas diurnas altas prejudicam a viabilidade dos esporos dispersos, aceleram o desenvolvimento das lesões ou reações necróticas no hospedeiro, diminuem o potencial de esporulação e podem também diminuir o período infeccioso de parasitas facultativos (Rotem, 1978), como *M. roridum*.

A concentração do inóculo de *M. roridum* influenciou significativa a severidade da podridão-de-cratera nos frutos de meloeiro, atingindo as maiores lesões na

concentração de 10^7 conídios/ml para os três isolados nas duas cultivares utilizadas (Figura 2).

A interação entre concentrações de inóculo, isolados e cultivares foi significativa. Na cultivar AF-682, não foi observada a presença de sintomas da doença nos frutos inoculados com o isolado LE-609 na concentração de 10^1 conídios/ml, bem como com os isolados LE-639 e LE-766 até as concentrações de 10^3 e 10^2 conídios/ml, respectivamente. Na cultivar Orange Flesh, todos os isolados do patógeno induziram sintomas a partir da concentração de 10^3 conídios/ml (Figura 2). O modelo logarítmico $y = a + b \log(x)$, onde y = área lesionada e x = concentração de inóculo, proporcionou excelente ajuste das curvas de progresso da severidade da doença em função das concentrações de inóculo, com coeficientes de determinação (R^2) variando entre 90,5% e 96,9% (Tabela 3).

De modo geral, as áreas lesionadas aumentaram com o incremento da concentração de inóculo *M. roridum*, entretanto, a presença de sintomas em baixas concentrações variou sensivelmente entre os isolados estudados. O aumento da severidade da podridão-de-cratera com a elevação da concentração de inóculo do patógeno destaca a importância da redução do inóculo para minimizar os riscos de epidemias, uma vez que a disponibilidade e a quantidade de inóculo são pré-requisitos para o surgimento de infecções. Em vários patossistemas, a ocorrência de epidemias em um curto espaço de tempo está diretamente ligada ao número de propágulos do patógeno dentro ou próximo dos campos com plantas hospedeiras (Vale *et al.*, 2004).

Para o desenvolvimento de estratégias de manejo de doenças de plantas, é necessário obter conhecimentos sobre diversos aspectos epidemiológicos, dentre os quais, as exigências de temperatura, umidade e concentração de inóculo necessárias para o estabelecimento de altos níveis de doença em cada associação patógeno-

hospedeiro. Como a umidade, a temperatura e a concentração de inóculo de *M. roridum* exerceram influência significativa na severidade da podridão-de-cratera de frutos de meloeiro, baseado nesse estudo algumas medidas podem ser adotadas para redução dos riscos de epidemias em campo, destacando-se: evitar ciclos de plantio em períodos de temperaturas amenas para as condições semi-áridas (25-30 °C), bem como de elevada precipitação pluviométrica; evitar alta umidade na superfície dos frutos, que normalmente é proporcionada por irrigações freqüentes e em alto volume, bem como pelo uso de coberturas de manta tipo TNT; efetuar a coleta e destruição de frutos com sintomas, visando a redução do inóculo de *M. roridum* na área, que pode ser disseminado para frutos sadios pelo vento e respingos de chuva.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (Proc. 620111/2004-6) e à Profa. Elvira M.R. Pedrosa (UFRPE) pelo auxílio na análise dos dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G.N. Plant Pathology. 5. ed. San Diego. Elsevier Academic Press. 2005. 952p.
- BRUTON, B.D. Crater rot. In: ZITTER, T.A., HOPKINS, D.L. & THOMAS, C.E. (Eds.). Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul. APS Press. 1996. pp.49-50.
- CARDOSO, R.M.G. & PITTA, G.P. *Aphelandra squarrosa* Ness, um novo hospedeiro de *Myrothecium roridum* Tode ex. Fr. O Biológico 48:183-187. 1982.

- CHASE, A.R. & POOLE, R.T. Development of *Myrothecium* leaf spot of *Dieffenbachia maculata* 'Perfection' at various temperatures. *Plant Disease* 68:488-490. 1984.
- CHITARRA, L.G. & MEYER, M.C. Novo e sem controle. *Cultivar - Hortaliças e Frutas* 19:16-18. 2004.
- CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. Pós-colheita de Frutos e Hortaliças. *Fisiologia e Manuseio*. Lavras. ESAL/FAEPE. 1990. 320p.
- CUNFER, B.M., GRAHEM, J.H. & LUKEZIC, F.L. Studies on the biology of *Myrothecium roridum* and *M. verrucaria* on red clover. *Phytopathology* 59:1306-1309. 1969.
- DOMSCH, K.W., GAMS, W. & ANDERSON, T-H. *Compendium of Soil Fungi*. London. Academic Press. 1980. v.1, 859p.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal. [online]. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp>>. Acesso em: 28 jan. 2006.
- LAKSHMINARAYANA, C.S. & JOSHI, L.K. *Myrothecium* disease of soybean in India. *Plant Disease Reporter* 62:231-234. 1978.
- LIMA, G.S.A., OLIVEIRA, S.M.A. & MENEZES, M. Características culturais e morfológicas e atividades de isolados de *Myrothecium roridum*. *Summa Phytopathologica* 23: 131-134, 1997.
- MACKAY, W.A., NG, T.J. & HAMMERSCHLAG, F.A. *Cucumis melo* L. callus response to toxins produced by *Myrothecium roridum* Tode ex. Fries. *Journal of American Society for Horticultural Science* 119:356-360. 1994.
- PATEL, K.V. & KORE, S.S. Physiological studies on *Myrothecium roridum* the cause of fruit rot tomato. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology* 12: 320-321, 1982.

PRESTON, N.C. Observations on the genus *Myrothecium*. Transactions of the British Mycological Society 26:158-168, 1943.

ROTEM, J. Climate and weather influences on epidemics. In: Horsfall, J.G. & Cowling, E.B. (Eds.). Plant Disease – An Advanced Treatise. New York. Academic Press. 1978. v.2, pp.317-337.

SANTOS, A.A., CRISÓSTOMO, J.R. & CARDOSO, J.W. Avaliação de Híbridos de Melão Quanto às Principais Doenças nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte. Fortaleza. Embrapa Agroindústria Tropical. 2004. 14p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 16).

SILVA, D.M.W., MENEZES, M., OLIVEIRA, S.M.A. & PEREIRA, G.F. Ocorrência de *Myrothecium roridum* em melão em Mossoró, Rio grande do Norte. Fitopatologia Brasileira 21:519, 1996.

SILVEIRA, E.B., MARIANO, R.L.R., MICHEREFF, S.J. & OLIVEIRA, S.M.A. Influência da temperatura, umidade, concentração de inóculo de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* e idade do fruto no desenvolvimento da mancha-aquosa em melão. Fitopatologia Brasileira 29: 034-038. 2004.

VALE, F.X.R., JESUS JR., W.C. & ZAMBOLIM, L. Natureza das epidemias. In: Vale, F.X.R.; Jesus Jr., W.C.; Zambolim, L. (Eds.). Epidemiologia Aplicada ao Manejo de Doenças de Plantas. Belo Horizonte. Perfil. 2004. pp.21-48.

VIANA, F.M.P., SANTOS, A.P., FREIRE, F.C.O., CARDOSO, J.E. & VIDAL, J.C. Recomendações para o Controle das Principais Doenças que Afetam a Cultura do Melão na Região Nordeste. Fortaleza. Embrapa Agroindústria Tropical. 2001. 24p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 12).

TABELA 1 - Influência da umidade na severidade (área lesionada) da podridão-decra-
 cratera em frutos de duas cultivares (AF-682 e Orange Flesh) de meloeiro (*Cucumis*
melo), inoculados com três isolados de *Myrothecium roridum* (LE-609, LE-639 e LE-
 766) e avaliados após cinco dias

		Área lesionada (mm ²)	
		Sem câmara úmida	Com câmara úmida (48 h)
Cultivar	AF-682	206,1 bB*	362,0 aA
	Orange Flesh	272,7 aB	335,9 aA
Isolado	LE-609	215,1 bB*	365,9 bA
	LE-639	318,3 aB	475,9 aA
	LE-766	184,8 bA	205,1 cA
C.V. (%) = 9,4			

*Médias originais de 12 repetições. Para efeito de análise, os valores originais foram transformados em raiz ($x+0,5$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada fator, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($P=0,05$).

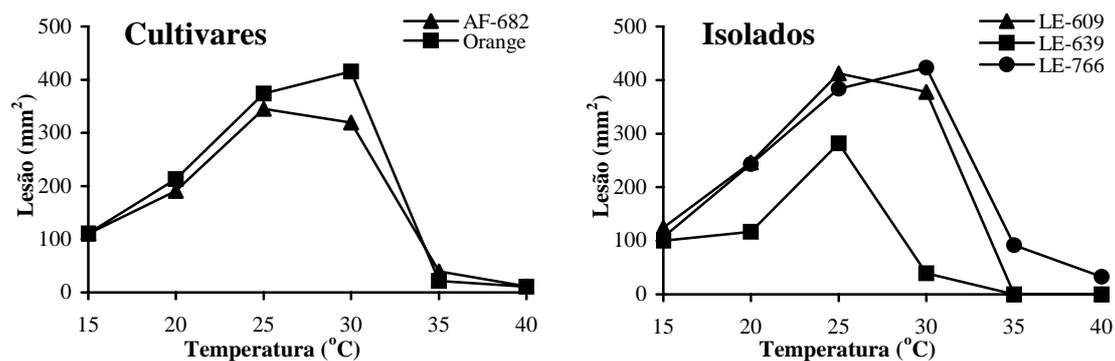


FIG. 1 - Influência da temperatura na severidade (área lesionada) da podridão-decraetera em frutos de duas cultivares (AF-682 e Orange Flesh) de meloeiro (*Cucumis melo*), inoculados com três isolados de *Myrothecium roridum* (LE-609, LE-639 e LE-766) e avaliados após cinco dias.

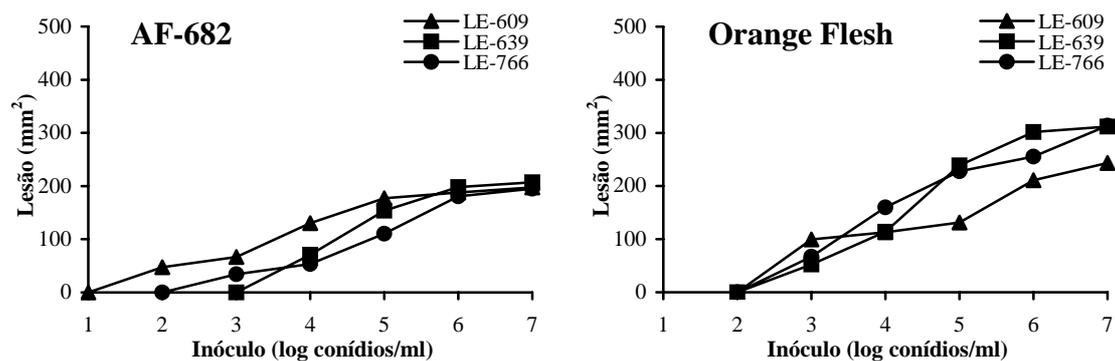


FIG. 2 - Influência da concentração de inóculo de três isolados de *Myrothecium roridum* (LE-609, LE-639 e LE-766) na severidade (área lesionada) da podridão-decraetera em frutos de duas cultivares (AF-682 e Orange Flesh) de meloeiro (*Cucumis melo*), após cinco dias da inoculação.

TABELA 2 – Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), temperaturas ótimas (TE_{oti}) e temperaturas críticas (TE_{cri}) estimadas para a relação entre temperatura (TE) e severidade (área lesionada = AL) da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro, considerando as interações com cultivares de meloeiro e isolados de *Myrothecium roridum*

Interação	Equação	R^2 (%)	TE_{oti} (°C)	TE_{cri} (°C)
Cultivar AF-682	$AL = -326,95 + 2,94TE^2 - 0,075TE^3 + 1,88e^{-15TE}$	94,7	26,1	38,6
Cultivar Orange	$AL = -447,08 + 3,69 TE^2 - 0,094TE^3 + 2,39e^{-15 TE}$	91,3	26,2	38,6
Isolado LE-609	$AL = -431,67 + 3,80 TE^2 - 0,098TE^3 + 2,70e^{-15 TE}$	96,2	25,8	38,6
Isolado LE-639	$AL = -315,04 + 2,64 TE^2 - 0,068TE^3 + 1,74e^{-15 TE}$	83,7	26,1	38,6
Isolado LE-766	$AL = -414,34 + 3,51 TE^2 - 0,088TE^3 + 1,97e^{-15 TE}$	95,1	26,6	38,6

TABELA 3 – Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), concentrações ótimas (CI_{oti}) e concentrações críticas (CI_{cri}) estimadas para a relação entre concentração de inóculo (CI) de *Myrothecium roridum* e severidade (área lesionada = AL) da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro, considerando as interações com cultivares do hospedeiro e isolados do patógeno

Interação	Equação	R^2 (%)	CI_{oti} (conídios/ml)	CI_{cri} (conídios/ml)
Cultivar AF-682 x Isolado LE-609	$AL = -25,12 + 15,25 \log CI$	95,1	10^7	10^2
Cultivar AF-682 x Isolado LE-639	$AL = -77,33 + 18,16 \log CI$	90,5	10^7	10^4
Cultivar AF-682 x Isolado LE-766	$AL = -64,19 + 15,87 \log CI$	93,7	10^7	10^3
Cultivar Orange x Isolado LE-609	$AL = -55,14 + 18,36 \log CI$	95,1	10^7	10^3
Cultivar Orange x Isolado LE-639	$AL = -101,07 + 26,77 \log CI$	94,2	10^7	10^3
Cultivar Orange x Isolado LE-766	$AL = -84,10 + 25,01 \log CI$	96,9	10^7	10^3

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. A severidade da podridão-de-cratera nos frutos de meloeiro é influenciada pela interação entre métodos de inoculação, isolados de *Myrothecium roridum* e cultivares de meloeiro;
2. A ocorrência de ferimentos nos frutos de meloeiro é essencial para o desenvolvimento de sintomas da podridão-de-cratera;
3. Os métodos de inoculação por deposição de gota ou pulverização com a suspensão de conídios de *M. roridum* são adequados para inoculações em frutos de meloeiro submetidos a ferimentos;
4. A severidade da podridão-de-cratera aumenta com a elevação do número de ferimentos nos frutos e com a redução da idade do ferimento nos frutos de meloeiro;
5. *Myrothecium roridum* pode causar podridão-de-cratera em frutos de meloeiro em diferentes estádios de maturação;
6. A idade do fruto de meloeiro não é determinante para elevação ou redução da severidade da podridão-de-cratera;
7. Não há necessidade de alta umidade relativa para *M. roridum* iniciar o processo de infecção em frutos de meloeiro;
8. Elevada umidade favorece o desenvolvimento de sintomas da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro;
9. A temperatura em torno de 26 °C é ótima para o desenvolvimento da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro;

10. Temperaturas a partir de 30 °C reduzem acentuadamente os sintomas da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro, sendo 38,6 °C a temperatura crítica;
11. Baixa concentração de inóculo *M. roridum* é exigida para a indução de sintomas de podridão-de-cratera em frutos de meloeiro;
12. O comportamento dos isolados de *M. roridum* é influenciado por vários fatores, indicando a existência de variabilidade intra-específica.