

**MICHELLE JARDELINA DE OLIVEIRA**

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

**RECIFE -PE  
FEVEREIRO – 2007**

**MICHELLE JARDELINA DE OLIVEIRA**

**EPIDEMIOLOGIA DA PODRIDÃO-DE-FUSÁRIO 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 Fitossanidade, área de concentração de Fitopatologia.

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO – 2007**

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

**MICHELLE JARDELINA DE OLIVEIRA**

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:**

**Prof. Dr. Delson Laranjeira (UFRPE) – Orientador**

**Prof. Dr. Sami Jorge Michereff (UFRPE) – Co-orientador**

**Prof. Dr. Rui Sales Júnior (UFERSA) – Co-orientador**

**RECIFE – PE  
FEVEREIRO – 2007**

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

**MICHELLE JARDELINA DE OLIVEIRA**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: .../.../2007

**ORIENTADOR:**

---

Prof. Dr. Delson Laranjeira (UFRPE)

**EXAMINADORES:**

---

---

---

**RECIFE – PE  
FEVEREIRO – 2007**

*“Ainda que eu tivesse o conhecimento de todos os mistérios e de toda a ciência; se eu não tivesse o amor, eu não seria nada.” ( 1 Cor 13, 2).*

*Obrigada, meu Deus, por me permitir viver tudo isso!*

## **AGRADEÇO**

*Aos meus amores, Guido e Maria, criaturas vindas e essenciais na minha vida, pelo amor incondicional que me dedicam, e pela presença constante em tudo o que eu faço, penso e sinto.*

*Ao meu irmão Alexandre, pelo companheirismo.*

## **DEDICO**

*Ao meu querido Otacílio, que enche meus dias de alegria, amor, paz e doçura.*

*E torna minha vida plena!*

## **OFEREÇO**

*Segue o teu destino,  
Rega as tuas plantas,  
Ama as tuas rosas.  
O resto é a sombra  
De árvores alheias.  
A realidade  
Sempre é mais ou menos  
Do que nós queremos  
Vê de longe a vida.  
Nunca a interrogues.  
Ela nada pode  
Dizer-te. A resposta  
Está além dos deuses.*

**(Fernando Pessoa)**

## AGRADECIMENTOS

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 Delson Laranjeira, pelos ensinamentos!

Ao professor Sami Jorge Michereff, pela contribuição valiosa e indispensável na execução deste trabalho. Serei eternamente grata. Muito obrigada!

Aos professores Marcos Paz, Sônia Oliveira, Romero Marinho, Rosa de Lima Ramos Mariano, Delson Laranjeira, Rildo Sartori e Elineide Silveira, pelos ensinamentos ministrados.

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

Às amigas Waléria Guerreiro, Jeane Émili e Zilderlânia Alves, pelos fortes laços de amizade construídos ao longo desses dois anos de convivência e que, certamente, ficará para sempre.

Ao colega Rosemberg Ferreira Senhor, pelo apoio durante o desenvolvimento prático dos trabalhos.

Aos amigos Jean Herllington e Marcelo Cruz pela amizade conquistada e pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos demais colegas da Pós-graduação em Fitopatologia, pela convivência.

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

## SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS .....	vii
SUMÁRIO .....	vii
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	xi
CAPÍTULO I – Introdução Geral .....	13
Referências Bibliográficas .....	23
CAPÍTULO II – Influência do método de inoculação, idade do ferimento, umidade, temperatura e concentração de inóculo de <i>Fusarium pallidoroseum</i> na severidade da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro .....	29
Resumo .....	32
Abstract .....	33
Introdução .....	34
Material e Métodos .....	36
Resultados e Discussão .....	40
Referências Bibliográficas .....	49
CONCLUSÕES GERAIS .....	58



## RESUMO

A podridão-de-fusário, causada pelo fungo *Fusarium pallidorozeum*, é uma importante doença em pós-colheita de frutos de meloeiro (*Cucumis melo*) no Brasil. Este trabalho teve como objetivos avaliar a influência dos métodos de inoculação (atomização, gota, atomização com ferimento, gota com ferimento e injeção subepidérmica), da idade do ferimento (0, 12 e 24 h), da umidade (sem e com câmara úmida), da temperatura (10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C) e da concentração de inóculo ( $1 \times 10^1$ ,  $1 \times 10^2$ ,  $1 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$  e  $1 \times 10^6$  conídios.mL<sup>-1</sup>) de três isolados de *F. pallidorozeum* (CF-589, CF-685 e CF-687) na severidade da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro dos tipos cantaloupe (cv. Torreón) e honeydew (cv. Orange Flesh). Os três isolados de *F. pallidorozeum* provocaram sintomas da podridão-de-fusário nas situações avaliadas, mas não diferiram significativamente ( $P=0,05$ ) entre si quanto aos níveis de severidade da doença, bem como não foram constatadas interações significativas com as cultivares de meloeiro. Por outro lado, em todos os experimentos foram constatadas diferenças significativas nos níveis de doença entre as duas cultivares de meloeiro, com a cultivar Torreón apresentando níveis de severidade da doença significativamente superiores aos constatados na cultivar Orange Flesh. Não houve desenvolvimento de lesões nos frutos quando as inoculações foram realizadas sem ferimento. A inoculação por atomização da suspensão de conídios propiciou as maiores lesões nos frutos submetidos a ferimentos. A inoculação por injeção subepidérmica ocasionou lesões menores que os métodos de atomização ou gota com ferimento. Houve a redução da severidade da doença nos frutos com o aumento da idade do ferimento. As lesões foram significativamente menores nos frutos feridos 24 horas antes da inoculação do que naqueles feridos com 12 horas antes ou imediatamente antes da inoculação. A presença de água livre na superfície dos frutos foi desnecessária para o início do processo de infecção pelos isolados de *F. pallidorozeum*, embora as lesões tenham sido maiores nos frutos submetidos à câmara úmida. A temperatura influenciou significativamente a severidade da podridão-de-fusário, sendo que as temperaturas ótimas estimadas para o desenvolvimento da doença foram 23,9 °C e 23,0 °C para Orange Flesh e Torreón, respectivamente. A severidade da doença aumentou com o incremento na concentração de inóculo de *F. pallidorozeum*. As maiores lesões foram

observadas na concentração de  $1 \times 10^6$  conídios.mL<sup>-1</sup> nas duas cultivares, mas mesmo na menor concentração de inóculo ( $1 \times 10^1$  conídios.mL<sup>-1</sup>) foram registrados consideráveis níveis de doença. A concentração de inóculo necessária para gerar 50% do tamanho máximo da lesão na cultivar Orange Flesh foi mais de quatro vezes superior à exigida pela cultivar Torreon.

Palavras-chave: *Cucumis melo*, *Fusarium pallidoroseum*, inóculo, inoculação, patogênese, epidemiologia, temperatura, umidade.

## ABSTRACT

The Fusarium rot, caused by the fungus *Fusarium pallidorozeum*, is an important postharvest disease of melon (*Cucumis melo*) fruits in the 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 age (0, 12 and 24 hours), humidity (with and without moist chamber), temperature (10, 15, 20, 25, 30 e 35°C) and inoculum concentration ( $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$  conidia/mL<sup>-1</sup>) of three *F. pallidorozeum* isolates (CF-589, CF-685 and CF-687) on the severity of the Fusarium rot in melon fruits type Cantaloupe (cv. Torreon) and Honeydew (cv. Orange Flesh). The three *F. pallidorozeum* isolates had provoked symptoms of Fusarium rot in the evaluated situations, but they had not differed significantly (P=0,05) between itself how much to the severity levels of disease, as well as had not been evidenced significant interactions with melon's cultivars. On the other hand, in all the experiments had been evidenced significant differences in the disease levels between two melon's cultivar, with cv. Torreon presenting levels of disease's severity significantly higher to the evidenced on Orange Flesh cultivar. It did not have development of injuries in the fruits when the inoculations had been carried without wound. The inoculation for atomization of the conidia's suspension propitiated the biggest injuries in the submitted fruits at wounds. The inoculation for sub-epidermal injection caused lesser injuries than methods of atomization or drop with wound. It had the reduction of the severity of the disease in the fruits with the increase of the age of the wound. The injuries had been significantly lesser in the wounded fruits 24 hours before the inoculation than in those wounded fruits with 12 hours before or immediately before the inoculation. The free water presence in the surface of the fruits was unnecessary for the beginning of the infection's process for *F. pallidorozeum* isolates, even so the injuries has been bigger in the fruits submitted to the humid chamber. The temperature significantly influenced the severity of the Fusarium rot, being that the optimum temperatures estimated for the disease's development were 23,9 °C e 23,0 °C, respectively for Orange Flesh e Torreon cultivar. The severity of the disease increased with the increment in the inoculum concentration of *F. pallidorozeum*. The biggest injuries had been observed in the concentration of  $1 \times 10^6$  conidia/mL<sup>-1</sup> in the two

cultivars, but same in lesser inoculum concentration ( $1 \times 10^1$  conidios/mL<sup>-1</sup>), they registered considerable levels of disease. The inoculum concentration necessary to generate 50% of the maximum size of the injury Orange Flesh cultivar was four times higher than that demanded for Torreon cultivar.

Key words: *Cucumis melo*, *Fusarium pallidoroseum*, inoculum, inoculation, pathogenesis, epidemiology, temperature, humidity.

# Capítulo I

---

---

## Introdução Geral

## Introdução Geral

A fruticultura é um dos mais importantes segmentos da agricultura brasileira, respondendo por 25% do valor da produção agrícola nacional. Nos últimos anos, aumentou sua área a uma taxa nunca visto antes na história. Ampliando suas fronteiras em direção a região Nordeste, onde condições de luminosidade, umidade relativa e temperatura são muito mais favoráveis do que nas regiões Sul e Sudeste onde até então eram desenvolvidas (LACERDA; LACERDA; ASSIS, 2004).

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção que supera os 34 milhões de toneladas. A base agrícola da cadeia produtiva das frutas abrange 2,2 milhões de hectares, gera 4 milhões de empregos diretos e um PIB agrícola de US\$ 11 bilhões. Especificamente em relação às frutas tropicais, o Brasil tem se destacado como importante produtor e consumidor, expandindo o agronegócio e buscando adequação ao mercado consumidor. No entanto, o volume de exportação ainda é pequeno (IBRAF, 2007). A fraca performance do país no comércio internacional de frutas frescas é resultado de uma combinação de fatores externos, representados pelas barreiras comerciais e fitossanitárias impostas aos nossos produtos, e pelas deficiências internas de organização da produção e comercialização (LACERDA; LACERDA; ASSIS, 2004). Além disso, o volume das perdas na pós-colheita de frutas tropicais é muito elevado, estimado em 10 milhões de tonelada/ano, correspondendo a 30-40% da produção (IBRAF, 2007).

Dentre as 14 espécies inicialmente contempladas pelo Programa de Produção Integrada de Frutas, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o melão (*Cucumis melo* L.) se destaca por sua grande expressão na exportação e contribuição na balança comercial de frutas frescas brasileiras (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2003). No ano de 2005, o melão se destacou entre as exportações brasileiras como a terceira fruta fresca com maior remuneração, num total de 179.830 toneladas e renda em torno de US\$ 91.478.533, sendo superado apenas pelas exportações da uva e da manga (IBRAF, 2007). Mais de 95% do melão exportado pelo Brasil tem como destino os países europeus, destacando-se a Holanda (34,3%), o Reino Unido (29,8%) e a Espanha (28,7%) (FNP, 2006).

O Nordeste brasileiro é responsável por aproximadamente 95% da produção nacional de melão, com área cultivada de 13.493 ha. Os maiores pólos produtores são os

agropólos Mossoró-Assú, no estado do Rio Grande do Norte, com área plantada de 7.424 ha e produção de 192.421 t, e Baixo Jaguaribe, no estado do Ceará, com área plantada de 4.119 ha e produção de 99.496 t (FNP, 2006). Além dos rendimentos da comercialização, o agronegócio do meloeiro gera mais de 60 mil empregos diretos e indiretos no Nordeste brasileiro (TAVARES, 2002).

O meloeiro é uma planta pertencente à família das cucurbitáceas, de ciclo anual, herbácea e de crescimento rasteiro. O sistema radicular é fasciculado e o maior volume situa-se na profundidade de 30 a 40 cm da superfície do solo, podendo alcançar até 1 m de profundidade. As folhas são pilosas, pecioladas, alternadas, simples, palmadas, reniformes ou pentalobuladas, angulosas quando jovens e subcodiformes quando completamente desenvolvidas. As flores são amarelas, podendo ser masculinas, femininas ou hermafroditas. 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 verde (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). As sementes de meloeiro 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, no Nordeste brasileiro, 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, 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. A ocorrência de condições climáticas excepcionais no Nordeste brasileiro, como temperaturas elevadas e altos níveis de insolação, favorecem o

desenvolvimento de frutos com elevados teores de sólidos solúveis totais (SILVA; COSTA; CARRIJO, 2002).

Como em outras espécies botânicas com grande variabilidade, a duplicação da mesma variedade com diferentes denominações dificulta a identificação de variedades de meloeiro. No entanto, a classificação mais utilizada estabelece os seguintes grupos dentro da espécie: *Cucumis melo* var. *agrestis* Naud., tipos silvestres com frutos pequenos e não comestíveis; *C. melo* var. *cantaloupensis* Naud., frutos de tamanho médio, reticulado ou rugosos, muito aromáticos; *C. melo* var. *inodorus* Naud., melões de inverno, lisos ou rugosos, grandes, tardios e pouco aromáticos; *C. melo* var. *flexuosus* Naud., frutos longos e delgados, quando imaturo substitui o pepino; *C. melo* var. *cocomon* Mak., frutos doces, lisos, precoces e normalmente pouco aromáticos; *C. melo* var. *dudaim* Naud., monóicos, com ou sem fragrância, tipo de melão “mango”; *C. melo* var. *momordica* Naud., pouco doce, polpa branca ou levemente alaranjada, frutos lisos que se desintegram ao maturar (MÜNGER; ROBINSON, 1991). Dentre estas variedades botânicas, as principais produzidas comercialmente pertencem a *C. melo* var. *inodorus* e *C. melo* var. *cantaloupensis*.

A classificação comercial do melão é feita em tipos, que correspondem a grupos de cultivares ou híbridos que apresentam características semelhantes (MENEZES et al., 2000). Os melões mundialmente cultivados, e de maior expressão econômica, são os tipos amarelo ou valenciano (*C. melo* var. *inodorus*), que correspondem a honeydew e pele-de-sapo e os do tipo cantaloupe (*C. melo* var. *cantaloupensis*), que correspondem a gália e charentais (COSTA; SILVA, 2002; CRISÓSTOMO et al., 2002). No Nordeste brasileiro são produzidos principalmente os melões dos tipos amarelo, pele-de-sapo e honeydew, totalizando cerca de 90% da área plantada. Essa preferência é justificada pela excelente vida útil pós-colheita, em torno de 35 dias em condições ambientais. No entanto, nos últimos anos tem aumentado o interesse em diversificar os produtos a serem oferecidos para os mercados interno e externo, havendo a introdução de diversos genótipos de melão, em especial, dos tipos cantaloupe, gália e charentais (NUNES et al., 2004).

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 no manejo da cultura do meloeiro, 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).

A expansão da cultura do meloeiro no Nordeste brasileiro, associada ao cultivo intensivo e contínuo sem rotação de culturas, tem levado ao aumento da incidência e severidade de 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 empresariais e de exportação, sendo capazes de prejudicar investimentos que poderiam gerar capital e trabalho (VIANA et al., 2001).

As doenças pós-colheita são responsáveis por grandes perdas no agronegócio do melão no Nordeste brasileiro, mas existem poucos estudos relacionados à patologia pós-colheita (TERAO et al., 2006). Os patógenos em pós-colheita, principalmente os quiescentes, causam grandes transtornos aos atacadistas, varejistas e, principalmente, aos importadores de frutas, uma vez que os sintomas das doenças irão aparecer durante o armazenamento e transporte, em frutos aparentemente sadios, podendo causar grandes perdas (SOMMER, 1982).

A redução das perdas em pós-colheita na cadeia produtiva de frutas representa um constante desafio, considerando que as frutas são órgãos que apresentam um alto teor de água e nutrientes e, mesmo depois da colheita até a senescência, mantém vários processos biológicos em atividade, apresentando desta forma maior predisposição a distúrbios fisiológicos, danos mecânicos e ocorrência de podridões (KADER, 2002).

Apesar desta rápida expansão, alguns segmentos da cadeia produtiva do melão nacional são ainda bastante frágeis, e pouco estudados, como é o caso da patologia pós-colheita (TERAO et al., 2006). Inúmeros patógenos têm sido associados às podridões de frutos de meloeiro (SNOWDON, 1990; TUSET, 1994; BRUTON, 1995; HUANG et al., 2000; BI et al., 2006; DIAS; TERAQ, 2006). Desde 1999, uma podridão pós-colheita causada por *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Sacc. (sin: *Fusarium semitectum* Berk. & Rav.) vem ocorrendo em frutos de meloeiro oriundos do Rio Grande do Norte e, gradativamente, tornando-se muito séria. A infecção pode inviabilizar carregamentos inteiros de frutos antes que cheguem ao mercado exportador (FREIRE, 2006).

A podridão-de-fusário é uma das principais causas de perdas de melões do tipo cantaloupe, mas também afeta vários outros tipos (CARTER, 1979; TUSET, 1994; BRUTON, 1995; BRUTON; ZHANG; MILLER, 1998; DIAS; TERAQ, 2006). As

lesões são produzidas em qualquer parte do fruto, mas são mais freqüentes na zona da abscisão peduncular. Inicialmente, ocorre o aparecimento de pequena lesão encharcada, acompanhada de intenso crescimento micelial cotonoso branco (DIAS; TERAO, 2006). Internamente, os frutos infectados apresentam lesões marrons, cuja seção de corte revela uma podridão esponjosa e seca, com um halo branco (BRUTON; DUTHIE, 1996). Havendo condições ambientais favoráveis, observa-se rápida evolução no tamanho da lesão, com aparecimento de fissuras, constituindo a porta de entrada para saprófitos oportunistas, que colonizam rapidamente, destruindo completamente o fruto (DIAS; TERAO, 2006).

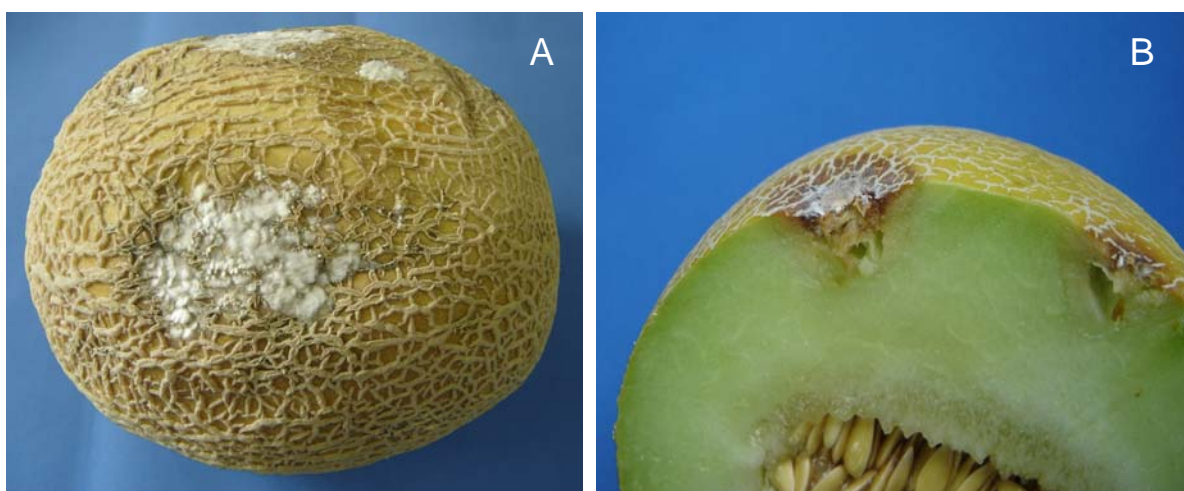


Figura 1. Sintomas da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro do tipo Cantaloupe, causada por *Fusarium pallidoroseum*, evidenciando lesões externas com intenso crescimento micelial cotonoso branco (A) e lesões internas de coloração marrom, com aspecto esponjoso (B).

O fungo *F. pallidoroseum* pertence à classe dos Ascomycetes, ordem Hypocreales e família Hypocreaceae, sem estágio sexual conhecido (LESLIE; SUMMERELL, 2006). Forma micélio abundante e uniforme em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), inicialmente branco a salmão, tornando-se bege com a idade. Não forma massas de esporos centrais (LESLIE; SUMMERELL, 2006). Os microconídios são esparsos ou ausentes. Os macroconídios são de dois tipos, aqueles originados do micélio aéreo são principalmente retos, com três a cinco septos, e medem 7,5-35  $\mu\text{m}$ , enquanto os originados em esporodóquios são curvos, possuem uma célula pé, apresentam de três a sete septos e medem 20-46 x 3-5,5 (Figura 2). Os clamidósporos

são presentes, mas podem ser esparsos, são marrons e ocorrem sozinhos ou em cadeias curtas (NELSON; TOUSSOUN; MARASAS, 1983).

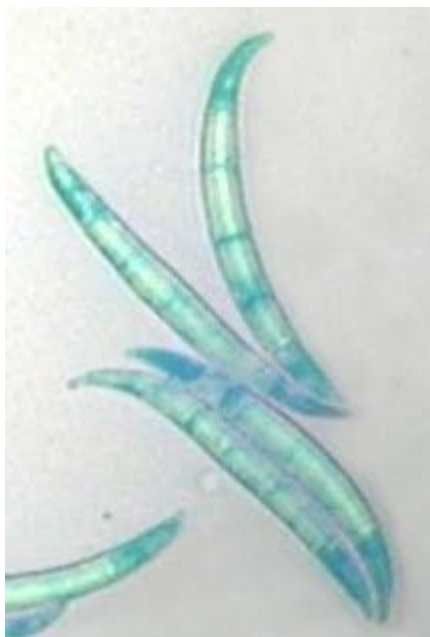


Figura 2. Macronídios de *Fusarium pallidoroseum* originados de esporodóquios.

Temperaturas variando entre 20 e 30 °C são as mais favoráveis ao crescimento micelial, esporulação e germinação de esporos de *F. pallidoroseum* (PEREZ; VIDAL, 2002). Em estudo envolvendo um isolado de *F. pallidoroseum* patogênico a melão, o máximo crescimento micelial e esporulação foi a 30 °C, sendo que temperaturas de 10 °C (mínima) e 40 °C (máxima) inibiram totalmente o crescimento do fungo, apesar de não serem letais (TERAO, 2003). Em outro estudo com esse mesmo fungo, mas patogênico a banana, foi constatado que 27 °C era a temperatura ideal para o crescimento micelial, esporulação e germinação dos esporos, enquanto em temperaturas inferiores a 15 °C, essas atividades eram inibidas (PÉREZ; VIDAL, 2002).

Tipicamente, *F. pallidoroseum* existe como saprófita, mas pode atuar como patógeno causando deterioração de plantas, podridão de raízes, podridões de frutos pós-colheita ou deterioração de folhas em grande variedade de plantas, podendo também fazer parte de um complexo de doenças com outros fungos e fitonematóides (DIAS; TERAO, 2006).

O fungo *F. pallidoroseum* é comumente encontrado no solo, onde sobrevive na forma de clamidósporos. Esses germinam e produzem hifas que invadem o tecido do

fruto (SNOWDON, 1990). A disseminação de *F. pallidoroseum* ocorre pelo contato direto do fruto de meloeiro com o solo infestado e também pelo pó que levanta do solo durante os trabalhos de manejo da cultura no campo (DIAS; TERAQ, 2006). Além disso, os conídios produzidos sobre as lesões são disseminados por vento e água (SNOWDON, 1990).

Os ferimentos facilitam a penetração de *F. pallidoroseum* nos frutos de meloeiro, que também pode ocorrer por aberturas naturais, incluindo as lenticelas e também por fissuras na epiderme associadas com o desenvolvimento da rede em frutos do tipo cantaloupe (BRUTON; ZHANG; MILLER, 1998). A maioria das infecções dos frutos ocorre na região que está em contato com o solo. A colonização do tecido é lenta até a maturação do fruto, mas numerosos conídios são produzidos em frutos colhidos e deixados no campo (BRUTON; DUTHIE, 1996). Se a podridão progredir até a cavidade do fruto, as sementes tornam-se infectadas e podem transmitir a doença ao próximo cultivo (SNOWDON, 1990).

Em estudo realizado com melão do tipo cantaloupe, os esporos de *F. pallidoroseum* germinaram na superfície do fruto dentro de oito a 10 horas a 24°C (BRUTON; ZHANG; MILLER, 1998). O tubo germinativo cresceu e penetrou a epiderme nas aberturas estomatais e em áreas com rachaduras decorrentes da formação da reticulação, em frutos com 15 a 20 dias após a antese. Em frutos com a reticulação totalmente formada, aos 30 dias da antese, não foi mais constatada a penetração da área rendilhada pelo tubo germinativo.

A maioria das infecções por *F. pallidoroseum* ocorre no campo (pré-colheita) e, em menor extensão, durante a colheita e pós-colheita, mas os sintomas progridem com a maturação dos frutos (BRUTON; DUTHIE, 1996). Há controvérsias entre os autores quanto ao tipo de infecção por *F. pallidoroseum* em frutos de meloeiro, sendo por alguns considerado quiescente (TERAQ et al., 2006) e outros não-quiescente (BRUTON, 1995; BRUTON; ZHANG; MILLER, 1998). As infecções quiescentes podem iniciar em qualquer estágio de desenvolvimento do fruto na planta, ocorrendo a inibição do desenvolvimento do patógeno através de condições fisiológicas impostas pelo hospedeiro, até que o estágio de maturação do fruto tenha sido alcançado e/ou a respiração climatérica. O patógeno no estágio de quiescência mantém baixo nível de metabolismo, entretanto, pode ativar fatores de patogenicidade que resultam em parasitismo ativo nos tecidos do hospedeiro (PRUSKY, 1996).

Existem muito poucas informações sobre o processo de patogênese exercido por *F. pallidorozeum* em frutos de meloeiro. Enzimas degradadoras da parede celular do hospedeiro são geralmente produzidas em seqüência pelo patógeno, com enzimas pécticas formadas inicialmente, seguidas de enzimas degradadoras de hemicelulose e celulose. Com a utilização de enzimas pectolíticas produzidas por *F. pallidorozeum*, foi constatado que o patógeno exibiu padrões similares de maceração de frutos imaturos e maduros do tipo cantaloupe, armazenados por 10 dias. No exocarpo de melões do tipo cantaloupe com 40 dias de idade, o patógeno produziu elevados níveis de poligalacturonase, indicando que essa enzima pode ter uma importante função na patogênese (BRUTON, 1995). Outro fator preocupante é a capacidade de *F. pallidorozeum* produzir substâncias tóxicas aos mamíferos, dentre as quais se destacam o tricoteceno A, que exerce forte atividade inibidora da síntese de proteínas nas células, e a zearalenona, que está associada a desordens reprodutivas (DOMSCH; GAMS; ANDERSON, 1980; MARASAS; NELSON, TOUSSOUN, 1984; ZACCARDELLI et al., 2006).

De modo geral, as podridões pós-colheita são de difícil controle (BENATO, 1999; MORANDI, 2002; ZAMBOLIM, 2002). As estratégias de controle de doenças pós-colheita em frutos compreendem: a) redução do inóculo, pela eliminação de restos de cultura, manejo e tratamento fitossanitário adequados em pré-colheita, sanitização de caixas, equipamentos, água de lavagem de frutos e câmaras de armazenamento, seleção rigorosa dos frutos evitando danos mecânicos; b) supressão do desenvolvimento de podridões e, c) prevenção e erradicação (ECKERT; OGAWA, 1985).

Na perspectiva de reduzir as podridões pós-colheita, várias tecnologias têm sido adotadas, tais como controle químico (inibidores de amadurecimento, fungicidas sistêmicos e protetores), controle físico (refrigeração, tratamento térmico, radiação, atmosfera controlada e modificada) e indução de resistência (elicitors bióticos e abióticos) (BARKAI-GOLAN, 2001; ZAMBOLIM, 2002). A eficácia dessas medidas de controle pode variar conforme a espécie ou cultivar, a maturação fisiológica e as características bioquímicas do tecido do fruto (BARKAI-GOLAN, 2001).

Resistência de frutos de meloeiro à podridão-de-fusário não é conhecida (BRUTON, 1995). Evitar ferimentos nos frutos durante a colheita e o armazenamento, temperaturas adequadas de armazenagem e transporte, e manuseio adequado dos mesmos na chegada ao ponto de comercialização propiciam alguma proteção contra infecções por *F. pallidorozeum* (BRUTON; DUTHIE, 1996). No entanto, a principal

medida adotada para o controle da podridão-de-fusário do meloeiro é a aplicação de fungicidas (BI et al., 2006). A aplicação pré-colheita de fungicidas tem sido inefetiva no controle da doença devido à dificuldade na obtenção de suficiente cobertura do fruto, enquanto o controle na pós-colheita com fungicidas tem sido inconsistente (BRUTON; DUTHIE, 1996). Contudo, o tratamento com fungicidas tem sido realizado na fase de pós-colheita, pela imersão e aplicação de duchas e ceras (TERAO et al., 2006). Fungicidas combinados a tratamento hidrotérmico têm obtido sucesso no controle da podridão-de-fusário, mas a duração da imersão (1 min) e a temperatura (57°C) são críticos para o controle adequado (BRUTON; DUTHIE, 1996).

No Brasil, apenas o fungicida thiabendazole apresenta registro para o tratamento pós-colheita de frutos de meloeiro, mas os fungicidas azoxystrobin e imazalil também demonstraram ser eficientes no controle da podridão-de-fusário em estudos experimentais (TERAO et al., 2006).

Devido aos potenciais problemas relacionados à saúde pública associados com o uso de agrotóxicos, ao desenvolvimento de resistência a fungicidas pelos patógenos e aos efeitos prejudiciais ao meio ambiente, novas estratégias têm sido propostas para o controle das doenças pós-colheita do meloeiro, dentre as quais a podridão-de-fusário (AHARONI, et al., 1997; HUANG et al., 2000; TERAO et al., 2005; BI et al., 2006; TERAO et al., 2006).

Como outras doenças em pós-colheita de frutos, a podridão-de-fusário do meloeiro é de difícil controle, sendo essencial a adoção de estratégias de manejo integrado (BRUTON, 1995; DIAS; TERAO, 2006). De forma agravante, informações precisas sobre o desenvolvimento da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro são escassas, e as disponíveis, em sua maioria, não são sustentadas por dados experimentais. Chuvas excessivas ou freqüentes, associadas com temperaturas elevadas, favorecem a infecção de melões por *F. pallidroseum* (BRUTON; ZHANG; MILLER, 1998), enquanto temperatura em torno de 30 °C e elevada umidade relativa do ar são consideradas as mais favoráveis ao desenvolvimento da doença (DIAS; TERAO, 2006). Em bananas, foi constatado que a maior severidade da podridão-da-coroa, causada por *F. pallidroseum*, ocorria em temperaturas entre 25 e 27 °C, sendo que abaixo de 15 °C havia forte inibição do desenvolvimento da doença e a 38 °C não eram observados sintomas (PÉREZ; VIDAL, 2002). A armazenagem dos frutos de meloeiro a 10°C reduz drasticamente a severidade da podridão-de-fusário, embora essa temperatura

não seja letal para o patógeno, uma vez que os níveis de doença se elevam quando os frutos são retirados da refrigeração (TERAO et al., 2006).

Na tentativa de determinar as condições mais favoráveis às doenças, o conhecimento da interação patógeno-hospedeiro-ambiente é imprescindível. Assim, as condições de inoculação, 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). Diante disso, essa dissertação teve como objetivos avaliar a influência do método de inoculação, da idade do ferimentos, da condição de umidade, da temperatura e da concentração de inóculo de *F. pallidoroseum* na severidade da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro na pós-colheita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G.N. Plant pathology. 5. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 952 p.

AHARONI, Y. et al. Sodium bicarbonate reduces postharvest decay development on melons. *Postharvest Biology and Technology*, local, v. 10, n. 3, p. 201-206, 1997.

ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. K. Alavanca para exportação. *Revista Cultivar – Hortaliças e Frutas*, Pelotas, v. 4, p. 19-21, 2003.

BARKAI-GOLAN, R. *Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control*. Amsterdam: Elsevier, 2001. 432 p.

BENATO, E. A. Controle de doenças pós-colheita em frutas tropicais. *Summa Phytopathologica*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 90-93, 1999.

BI, Y. et al. Sodium silicate reduces postharvest decay on Hami melons: induced resistance and fungistatic effects. *Plant Disease*, St. Paul, v. 90, n. 3, p. 279-283, 2006.

BRUTON, B. D. Etiology, epidemiology, and control of cantaloupe fruit rots. In: LESTER, G. et al. (Eds.) *Cucurbitaceae'94*. Edinburg: Gateway Printing, 1995. p. 48-54.

BRUTON, B. D.; DUTHIE, J. A. *Fusarium* rot. In: ZITTER, T. A.; HOPKINS, D. L.; THOMAS, C. E. (Eds.) *Compendium of cucurbit diseases*. St. Paul: APS Press, 1996. p. 50-51.

BRUTON, B. D.; ZHANG, Z. X.; MILLER, M. E. *Fusarium* species causing cantaloupe fruit rot in the Lower Rio Grande Valley of Texas. In: MILLER et al. (Eds.) *Annual research report 1998*. Welasco: Texas Agricultural Experiment Station, 1998. p. 17-24.

CARTER, W. W. Corky dry rot of cantaloupe caused by *Fusarium roseum* "semitectum". *Plant Disease Reporter*, Beltsville, v. 63, n. 10, p. 1080-1084, 1979.



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, aspectos técnicos. 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).

DIAS, R. C. S.; TERAPO, D. Doenças das cucurbitáceas. In: OLIVEIRA, S. M. A. et al. (Eds.). Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 595-627.

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

ECKERT, J. W.; OGAWA, J. M. The chemical control of postharvest diseases: subtropical and tropical fruits. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v. 23, p. 421-454, 1985.

FNP. Agriannual 2006 – anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2006. 504 p.

FREIRE, F. C. O. Doenças atuais e potenciais das principais fruteiras e flores ornamentais do Nordeste. Fitopatologia Brasileira, Lavras, v. 31, suplemento, p. S38-S44, 2006.

HUANG, Y. et al. Foliar application of acibenzolar-S-methyl and protection of postharvest rock melons and Hami melons from disease. European Journal of Plant Pathology, Dordrecht, v. 106, n. 6, p. 651-656, 2000.

IBRAF. Estatísticas. São Paulo: Instituto Brasileiro de Frutas, 2007. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/x-es/pdf/CEBFF\\_2004\\_2005.pdf](http://www.ibraf.org.br/x-es/pdf/CEBFF_2004_2005.pdf)> Acesso em: 16 fev. 2007.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. (Ed.) Postharvest technology of horticultural crops. 3 ed. Riverside: UC Regents, 2002. 535 p. 39-47.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D.; ASSIS, P. C. O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 1, 2004.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. The *Fusarium* laboratory manual. London: Blackwell, 2006. 400 p.

MARASAS, W. F. O.; NELSON, P. E.; TOUSSOUN, T. A. Toxigenic *Fusarium* species: identity and mycotoxicology. University Park: Pennsylvania State University Press, 1984. 312p.

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, aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 51-69. (Frutas do Brasil, 33).

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).

MORANDI, M. M. B. Avanços no controle biológico de doenças em pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS: PATOLOGIA PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2002, Lavras, MG. Anais... Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 71-78.

MÜNGER, H. M.; ROBINSON, R. W. Nomenclatura of *Cucumis melo* L. Cucurbit Genetics Cooperative Report, Madison, v. 14, p. 43-45, 1991.

NELSON, P. E.; TOUSSOUN, T. A.; MARASAS, W. F. O. *Fusarium* species: an illustrated manual for identification. University Park: Pennsylvania State University Press, 1983. 193 p.

NUNES, G. H. S. et al. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropólo Mossoró-Assu. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 4, p. 744-747, 2004.

PÉREZ, L.; VIDAL, I. Aspectos de la biología de *Colletotrichum musae* (Berk. & Curt.) v. Arx. y *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Sacc., agentes causales de la pudrición de la corona de los bananos (*Musa* sp.) en Cuba. *Fitosanidad*, Habana, v. 6, n. 1, p. 3-10, 2002.

PRUSKY, D. Pathogen quiescence in postharvest diseases. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 34, p. 413-434, 1996.

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

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

SILVA, H. R.; COSTA, N. D. Introdução. In: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Eds.). Melão: produção, aspectos técnicos. 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, aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 23-24. (Frutas do Brasil, 33).

SNOWDON, A L. A colour atlas of postharvest diseases & disorders of fruits & vegetables: general introduction & fruits. London: Wolfe Scientific, 1990, v. 1, 302 p.

SOMMER, N. F. Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. *Plant Disease*, St. Paul, v. 66, n. 4, p. 357-364, 1982.

TAVARES, S. C. C. H. Introdução. In: TAVARES, S. C. C. H. (Ed.). Melão: fitossanidade. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 9-10. (Frutas do Brasil, 25).

TERAO, D. Estratégias de controle de podridões em pós-colheita de frutos de meloeiro. 2003, 110 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

TERAO, D. et al. Avaliação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) no controle de doenças pós-colheita em frutos de meloeiro. *Summa Phytopathologica*, Botocatu, v. 31, n. 3, p. 232-235, 2005.

TERAO, D. et al. Integração de fungicidas à refrigeração no controle de podridão em frutos de meloeiro. *Fitopatologia Brasileira*, Lavras, v. 31, n. 1, p. 89-93, 2006.

TUSET, J. J. Enfermedades de conservación. In: RUIZ, J. R. D.; GARCÍA-JIMENEZ, J. (Eds.). *Enfermedades de las cucurbitáceas en España*. Valencia: Phytoma-España, 1994. p. 109-115.

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).

ZACCARDELLI, M. et al. Characterization of italian isolates of *Fusarium semitectum* from alfafa (*Medicago sativa* L.) by AFLP analysis, morphology, pathogenicity and toxin production. *Journal of Phytopathology*, Berlin, v. 154, n. 7-8, p. 454-460, 2006.

ZAMBOLIM, L. Controle integrado de doenças em pós-colheita de fruteiras tropicais. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS: PATOLOGIA PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2002, Lavras, MG. Anais... Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 139-182.

## Capítulo II

---

---

**Influência do método de inoculação, idade do  
ferimento, umidade, temperatura e concentração de  
inóculo de *Fusarium pallidoroseum* na severidade da  
podridão-de-fusário em frutos de meloeiro**

1 **Influência do método de inoculação, idade do fermento, umidade, temperatura**  
2 **e concentração de inóculo de *Fusarium pallidoroseum* na severidade da**  
3 **podridão-de-fusário em frutos de meloeiro\***

4  
5 **Michelle J. Oliveira<sup>1</sup>, Sami J. Michereff<sup>1\*\*</sup>, Delson Laranjeira<sup>1</sup>, Rosemberg F.**  
6 **Senhor<sup>1</sup>, Francisco F. Laranjeira<sup>2\*\*</sup> & Rui Sales Jr.<sup>3\*\*</sup>**

7  
8 <sup>1</sup>Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade, Universidade Federal Rural de  
9 Pernambuco, CEP 52171-900, Recife, PE, e-mail: michelle\_jardelina@hotmail.com;

10 <sup>2</sup>Laboratório de Fitopatologia, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, CEP 44380-000,

11 Cruz das Almas, BA, e-mail: chico@cnpmf.embrapa.br; <sup>3</sup>Departamento de Ciências

12 Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, CEP 59625-900, Mossoró, RN, e-

13 mail: ruisales@ufersa.edu.br

14  
15 (Aceito para publicação em / / )

16  
17 Autor para correspondência: Sami J. Michereff

18 \_\_\_\_\_  
19 \* Parte da dissertação de mestrado da primeira autora. Universidade Federal Rural de  
20 Pernambuco (2007).

21 \*\* Bolsistas de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

22

23

24 \_\_\_\_\_  
25 OLIVEIRA, M.J., MICHEREFF, S.J., LARANJEIRA, D., SENHOR, R.F.,  
26 LARANJEIRA, F.F. & SALES JR., R. Influência do método de inoculação, idade do  
27 ferimento, umidade, temperatura e concentração de inóculo de *Fusarium pallidoroseum* na  
28 severidade da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro. Fitopatologia Brasileira

29

### 30 **RESUMO**

31 A podridão-de-fusário, causada pelo fungo *Fusarium pallidoroseum*, é uma  
32 importante doença em pós-colheita de frutos de meloeiro (*Cucumis melo*) no Brasil. Nesse  
33 trabalho, foi analisada a influência do método de inoculação (atomização, gota, atomização  
34 com ferimento, gota com ferimento e injeção subepidérmica), da idade do ferimento (0, 12  
35 e 24 h), da umidade (sem e com câmara úmida), da temperatura (10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C)  
36 e da concentração de inóculo ( $1 \times 10^1$ ,  $1 \times 10^2$ ,  $1 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$  e  $1 \times 10^6$  conídios/mL) de  
37 três isolados de *F. pallidoroseum* (CF-589, CF-685 e CF-687) na severidade da podridão-  
38 de-fusário em frutos de meloeiro dos tipos cantaloupe (cv. Torreón) e honeydew (cv.  
39 Orange Flesh). Os isolados de *F. pallidoroseum* não diferiram significativamente ( $P=0,05$ )  
40 entre si quanto aos níveis de severidade da doença e a cultivar Torreón apresentou níveis de  
41 severidade superiores aos constatados em Orange Flesh em todas as situações avaliadas.  
42 Não houve desenvolvimento de lesões nos frutos inoculados sem ferimento, enquanto a  
43 inoculação por atomização propiciou as maiores lesões nos frutos submetidos a ferimentos.  
44 Houve a redução da severidade da doença com o aumento da idade do ferimento. A  
45 presença de água livre na superfície dos frutos foi desnecessária para o início do processo  
46 de infecção pelos isolados de *F. pallidoroseum*, embora as lesões tenham sido maiores nos

47 frutos submetidos à câmara úmida. A temperatura influenciou significativamente a  
48 severidade da podridão-de-fusário, sendo que as temperaturas ótimas estimadas foram 23,9  
49 °C e 23,0 °C, respectivamente para Orange Flesh e Torreon. A severidade da doença  
50 aumentou com o incremento na concentração de inóculo de *F. pallidoroeseum*, mas houve  
51 consideráveis níveis de doença na menor concentração de inóculo ( $1 \times 10^1$  conídios/mL). A  
52 concentração de inóculo necessária para gerar 50% do tamanho máximo da lesão na  
53 cultivar Orange Flesh foi mais de quatro vezes superior à exigida pela cultivar Torreon.

54 **Palavras-chave adicionais:** *Cucumis melo*, pós-colheita, patogênese,  
55 epidemiologia, ambiente.

56

## 57 **ABSTRACT**

### 58 **Influence of the inoculation method, wound age, humidity, temperature and inoculum** 59 **concentration of *Fusarium pallidoroeseum* on severity of Fusarium fruit rot of melon**

60 The Fusarium rot, caused by *Fusarium pallidoroeseum* is an important postharvest  
61 disease of melon (*Cucumis melo* L.) in Brazil. It was analyzed the influence of the  
62 inoculation method (atomization, drop deposition, atomization with wound, drop deposition  
63 with wound, and sub epidermal injection), age (0, 12 and 24 hours), humidity (with or no  
64 moisture chamber), temperature (10, 15, 20, 25, 30 e 35°C) and inoculum concentration  
65 ( $1 \times 10^1$ ,  $1 \times 10^2$ ,  $1 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$  e  $1 \times 10^6$  conidia/mL) on the severity of the Fusarium rot  
66 in melon fruits type Cantaloupe (cv. Torreon) e Honey Dew (cv. Orange Flesh), inoculated  
67 with three *F. pallidoroeseum* isolates (CF-589, CF-685 e CF-687). *Fusarium pallidoroeseum*  
68 isolates had not differed significantly ( $P=0,05$ ) between itself how much to the levels of  
69 disease's severity and cv. Torreon presented superior levels of severity to evidenced in  
70 Orange Flesh in all evaluated situations. It didn't have development of injuries in the fruits



71 inoculated without wound, while the atomization's inoculation presented the biggest  
72 injuries in the submitted fruits at wounds. It had the reduction of disease's severity with the  
73 increase of the age of the wound. The free water presence in the fruits's surface was  
74 unnecessary for the beginning of the process of infection for *F. pallidoroseum* isolates,  
75 even so the injuries has been bigger in the fruits submitted to the humid chamber. The  
76 temperature significantly influenced the severity of Fusarium rot, being that the optimum  
77 temperatures estimated were 23,9°C and 23,0°C, respectively for Orange Flesh and  
78 Torreon. The disease's severity increased with the increment in the inoculum concentration  
79 of *F. pallidoroseum*, but it had considerable levels of disease in the lesser inoculum  
80 concentration ( $1 \times 10^1$  conidia/mL-1). The inoculum concentration necessary to generate  
81 50% of the maximum size of the injury in cv. Orange Flesh was more than four times  
82 superior to the demanded one for cv. Torreon.

83 **Additional keywords:** *Cucumis melo*, postharvest, pathogenesis epidemiology,  
84 environment.

85

---

86

87

## INTRODUÇÃO

88

89 A cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) tem grande expressão econômica no  
90 Brasil, onde são cultivados cerca de 16.266 ha e produzidos 349.498 t (FNP, 2006). No ano  
91 de 2006, o melão se destacou dentre as exportações brasileiras como a terceira fruta fresca  
92 com maior remuneração, sendo superado apenas pela uva e pela manga (IBRAF, 2007). A  
93 região Nordeste é responsável por aproximadamente 95% da produção nacional de melão,  
94 destacando-se os estados do Rio Grande do Norte (RN) e do Ceará (CE), com cerca de 55%

95 e 28% da produção brasileira, respectivamente (FNP, 2006). As principais áreas produtoras  
96 nesses estados localizam-se na região semi-árida e se concentram nos agropólos Mossoró-  
97 Assú (RN) e Baixo Jaguaribe (CE) (Negreiros *et al.*, 2005).

98 Apesar desta rápida expansão, alguns segmentos da cadeia produtiva do melão  
99 nacional são ainda bastante frágeis, e pouco estudados, como é o caso da patologia pós-  
100 colheita (Terao *et al.*, 2006). Inúmeros patógenos têm sido associados às podridões de  
101 frutos de meloeiro (Snowdon, 1990; Tuset, 1994; Bruton, 1995; Huang *et al.*, 2000; Bi *et*  
102 *al.*, 2006; Dias & Terao, 2006). Desde 1999, uma podridão pós-colheita causada por  
103 *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Sacc. (sin: *Fusarium semitectum* Berk. & Rav.) vem  
104 ocorrendo em melões oriundos do Rio Grande do Norte e, gradativamente, tornando-se  
105 muito séria. A infecção pode inviabilizar carregamentos inteiros de frutos antes que  
106 cheguem ao país importador (Freire, 2006).

107 A podridão-de-fusário é uma das principais causas de perdas de melões do tipo  
108 cantaloupe, mas também afeta vários outros tipos (Tuset, 1994; Bruton, 1995; Bruton *et al.*,  
109 1998; Dias & Terao, 2006). As lesões são produzidas em qualquer parte do fruto, mas com  
110 mais frequência na zona da abscisão peduncular. Inicialmente, ocorre o aparecimento de  
111 pequena lesão encharcada, acompanhada de intenso crescimento micelial cotonoso branco  
112 (Dias & Terao, 2006). Internamente, os frutos infectados apresentam lesões marrons, cuja  
113 seção de corte revela uma podridão esponjosa e seca, com um halo branco (Bruton &  
114 Duthie, 1996). Havendo condições ambientais favoráveis, observa-se rápida evolução no  
115 tamanho da lesão, com aparecimento de fissuras, constituindo a porta de entrada para  
116 saprófitos oportunistas, que colonizam rapidamente, destruindo completamente o fruto  
117 (Dias & Terao, 2006).

118           Como em outras doenças em pós-colheita de frutos, a podridão-de-fusário de  
119 melões é de difícil controle, sendo essencial a adoção de estratégias de manejo integrado  
120 (Bruton, 1995; Dias & Terao, 2006). De forma agravante, informações precisas sobre o  
121 desenvolvimento da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro são escassas, e as  
122 disponíveis, em sua maioria, não são sustentadas por dados experimentais. Na tentativa de  
123 determinar as condições mais favoráveis às doenças, o conhecimento da interação  
124 patógeno-hospedeiro-ambiente é imprescindível. Assim, as condições de inoculação, de  
125 umidade, as faixas de temperatura e as concentrações de inóculo do patógeno adequadas  
126 para o estabelecimento de elevados níveis de doença devem ser definidas para cada  
127 associação patógeno-hospedeiro (Agrios, 2005). Diante disso, este trabalho teve como  
128 objetivos avaliar a influência do método de inoculação, da idade do ferimento, da condição  
129 de umidade, da temperatura e da concentração de inóculo de *F. pallidoroseum* na  
130 severidade da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro.

131

132

## MATERIAL E MÉTODOS

133

### **Inóculo, inoculação e avaliação**

134

135           Foram utilizados três isolados de *F. pallidoroseum*, obtidos de frutos de meloeiro  
136 dos tipos gália (CF-589), cantaloupe (CF-685) e honeydew (CF-687) apresentando  
137 sintomas característicos de podridão-de-fusário, coletados em Mossoró (RN), em 2006. O  
138 inóculo do patógeno foi produzido em placas de Petri com meio de cultura batata-dextrose-  
139 ágar (BDA), mantidas durante 10 dias a  $25 \pm 2$  °C, sob alternância luminosa (12 h claro/12  
140 h escuro). As suspensões de esporos foram preparadas pela adição de água destilada  
141 esterilizada à superfície das culturas, filtragem em camada dupla de gaze e ajuste da

142 concentração em hemacitômetro. As suspensões testemunhas consistiram de água destilada  
143 esterilizada, sem a presença de conídios do patógeno. Todas as suspensões foram  
144 suplementadas com Tween 20 a 0,05%.

145 Em todos os experimentos, as inoculações foram realizadas em frutos sadios de  
146 meloeiro dos tipos honeydew (cv. Orange Flesh) e cantaloupe (cv. Torreon), no estágio de  
147 maturação comercial. Após lavagem com água e sabão, os frutos foram desinfestados  
148 superficialmente pela imersão em NaClO 0,05% por 5 min e submetidos à secagem.  
149 Posteriormente, cada fruto foi marcado na superfície em quatro pontos equidistantes, onde  
150 foram efetuadas as inoculações.

151 Foram utilizadas quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição constituída  
152 por quatro frutos com quatro pontos de inoculação/fruto. A avaliação foi efetuada cinco  
153 dias após a inoculação, pela análise da severidade da podridão-de-fusário em cada ponto  
154 inoculado, determinando-se o tamanho da lesão externa pela mensuração do comprimento  
155 da lesão em dois sentidos diametralmente opostos.

156

### 157 **Influência do método de inoculação na severidade da podridão-de-fusário em frutos** 158 **de meloeiro**

159 Frutos de meloeiro foram inoculados em cada ponto marcado, com as suspensões de  
160 conídios de *F. pallidoroseum* ( $1 \times 10^6$  conídios/mL). Foram testados cinco métodos de  
161 inoculação: a) gota: deposição de 0,05 mL da suspensão de conídios; b) atomização:  
162 pulverização de 5 mL da suspensão de conídios com o auxílio de atomizador DeVilbiss; c)  
163 gota com ferimento: execução de 10 ferimentos de aproximadamente 3 mm de  
164 profundidade, com o auxílio de uma almofada com alfinetes desinfestados, e deposição  
165 imediata de 0,05 mL da suspensão de conídios; d) atomização com ferimento: execução de

166 ferimentos como no método anterior e atomização de 5 mL da suspensão de conídios; e)  
167 injeção subepidérmica: com auxílio de seringa hipodérmica, injeção de 100 µL da  
168 suspensão de conídios logo abaixo da superfície da casca, nos espaços intercelulares. Após  
169 a inoculação, os frutos foram mantidos por 48 horas sob elevada umidade relativa ( $\geq 90\%$ ),  
170 em câmara úmida constituída de bandejas plásticas contendo quatro camadas de papel  
171 toalha umedecidas com 100 mL de água destilada esterilizada, acondicionadas em sacos de  
172 polietileno. O contato dos frutos com a água foi evitado pela colocação de cada fruto sobre  
173 uma tampa de placa de Petri esterilizada. Durante todo o período experimental os frutos  
174 foram mantidos à temperatura de  $25 \pm 3$  °C e depois da retirada da câmara úmida à umidade  
175 relativa de  $65 \pm 3\%$ . O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo  
176 fatorial  $5 \times 3 \times 2$ , representado por cinco métodos de inoculação, três isolados do patógeno e  
177 duas cultivares de meloeiro.

178

### 179 **Influência da idade do ferimento na severidade da podridão-de-fusário em frutos de** 180 **meloeiro**

181 Em frutos de meloeiro foram realizados 10 ferimentos de 3 mm de profundidade em  
182 cada ponto marcado. A atomização da suspensão de conídios de *F. pallidoroseum* ( $1 \times 10^6$   
183 conídios/mL) sobre o ferimento foi efetuada imediatamente após ou depois de 12 ou 24 h.  
184 Após a inoculação, os frutos foram mantidos nas mesmas condições descritas no  
185 experimento sobre método de inoculação. O delineamento experimental foi inteiramente  
186 casualizado, em arranjo fatorial  $3 \times 3 \times 2$ , representado por três idades de ferimento, três  
187 isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro.

188

189 **Influência da umidade na severidade da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro**

190 Frutos de meloeiro foram inoculados com a suspensão de conídios de *F.*  
191 *pallidoroseum* ( $1 \times 10^6$  conídios/mL) pelo método de atomização com ferimento. Após a  
192 inoculação, os frutos foram submetidos a duas condições de umidade: sem câmara úmida  
193 ou com câmara úmida por 48 h. As condições de câmara úmida e temperatura de incubação  
194 foram as mesmas utilizadas no experimento sobre método de inoculação. O delineamento  
195 experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial  $2 \times 3 \times 2$ , representado por duas  
196 condições de umidade, três isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro.

197

198 **Influência da temperatura na severidade da podridão-de-fusário em frutos de**  
199 **meloeiro**

200 Frutos de meloeiro foram inoculados com a suspensão de conídios de *F.*  
201 *pallidoroseum* ( $1 \times 10^6$  conídios/mL) pelo método de atomização com 10 ferimentos,  
202 submetidos à câmara úmida e mantidos às temperaturas de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C, em  
203 incubadoras do tipo B.O.D. (Biochemistry Oxygen Demand). Após 48 horas, as câmaras  
204 úmidas foram retiradas e os frutos mantidos nas respectivas temperaturas até a época de  
205 avaliação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial  
206  $7 \times 3 \times 2$ , representado por sete temperaturas, três isolados do patógeno e duas cultivares de  
207 meloeiro.

208

209 **Influência da concentração do inóculo de *Fusarium pallidoroseum* na severidade da**  
210 **podridão-de-fusário em frutos de meloeiro**

211 Em frutos de meloeiro foram realizados 10 ferimentos em cada ponto marcado e em  
212 seguida efetuada a atomização da suspensão de conídios de *F. pallidoroseum*, nas

213 concentrações de  $1 \times 10^1$ ,  $1 \times 10^2$ ,  $1 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$  e  $1 \times 10^6$  conídios/mL. Após a  
214 inoculação, os frutos foram mantidos nas mesmas condições descritas na avaliação do  
215 método de inoculação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em  
216 arranjo fatorial  $6 \times 3 \times 2$ , representado por seis concentrações de inóculo do patógeno, três  
217 isolados do patógeno e duas cultivares de meloeiro.

218

### 219 **Análises estatísticas**

220 Os dados dos experimentos de método de inoculação e umidade foram submetidos à  
221 análise de variância e a separação de médias efetuada pelo teste de Duncan, ao nível de 5%  
222 de probabilidade, com o auxílio do programa SAEG 9.01 (Sistema de Análises Estatísticas  
223 e Genéticas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2005). Os dados dos  
224 experimentos de idade do ferimento, temperatura e concentração de inóculo foram  
225 submetidos à análise de regressão linear e não-linear, para selecionar os modelos com os  
226 melhores ajustes às curvas de severidade da podridão-de-fusário, com base no coeficiente  
227 de determinação ( $R^2$ ) e no quadrado médio do resíduo (QMR), enquanto a significância das  
228 regressões foi verificada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises de  
229 regressão foram efetuadas com o auxílio do programa TableCurve™ 2D v5.01 for  
230 Windows® (SYSTAT Software Inc. Chicago - IL, USA, 2002).

231

## 232 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

233

234 Os três isolados de *F. pallidoroseum* provocaram sintomas da podridão-de-fusário  
235 nas situações avaliadas, mas não diferiram significativamente ( $P=0,05$ ) entre si quanto aos

236 níveis de severidade da doença, bem como não foram constatadas interações significativas  
237 com as cultivares de meloeiro. Por outro lado, em todos os experimentos foram constatadas  
238 diferenças significativas nos níveis de doença entre as duas cultivares de meloeiro. Diante  
239 disso, em todas as análises estatísticas foram consideradas somente as médias conjuntas dos  
240 isolados dentro de cada cultivar.

241 A ocorrência de isolados de *F. pallidoroseum* com níveis similares de virulência em  
242 frutos de meloeiro pode ser decorrente destes terem sido oriundos do mesmo município  
243 produtor, embora de três diferentes tipos de melão. No entanto, tem sido observada uma  
244 elevada variabilidade entre isolados patogênicos de algumas espécies de *Fusarium* (Klein  
245 & Correll, 2001), mas inexistem estudos de variabilidade envolvendo isolados de *F.*  
246 *pallidoroseum* patogênicos ao meloeiro.

247 A cultivar Torreón (tipo cantaloupe) apresentou níveis de severidade da podridão-  
248 de-fusário significativamente superiores aos constatados na cultivar Orange Flesh (tipo  
249 honeydew) em todas as situações avaliadas (Tabelas 1, 2, 3; Figuras 1 e 2). Dentre as  
250 diversas cultivares de melão introduzidas no Nordeste brasileiro, aquelas do tipo cantaloupe  
251 têm obtido a preferência dos produtores em virtude de seu excelente aroma e aceitação no  
252 mercado internacional. Entretanto, a comercialização tem sido prejudicada pela alta  
253 perecibilidade, com vida útil pós-colheita não ultrapassando uma ou duas semanas, em  
254 condições ambiente ou sob refrigeração (7-10 °C), respectivamente. Por outro lado, os  
255 melões do tipo honeydew se mantêm em boa qualidade por até quatro semanas sob  
256 refrigeração (Vallespir, 1997).

257 A maior suscetibilidade dos melões do tipo cantaloupe pode estar associada a  
258 características estruturais da epiderme do fruto, pois a cutícula propicia pouca proteção  
259 entre 13 e 25 dias após a antese, devido ao rompimento da epiderme nos estágios iniciais de



260 desenvolvimento da rede, o que não ocorre com melões não rendilhados, como do tipo  
261 honeydew (Bruton, 1995). Além disso, os frutos de cantaloupe têm uma epiderme  
262 consideravelmente menos espessa e perdem na pós-colheita o peso fresco a taxas mais  
263 elevadas que honeydew, estando a integridade da membrana do tecido epidérmico  
264 altamente correlacionada com o tempo de vida em prateleira (Lester, 1988).

265 Não houve desenvolvimento de sintomas da podridão-de-fusário nos frutos de  
266 meloeiro quando as inoculações foram realizadas sem ferimento (Tabela 1), indicando que  
267 o patógeno não tem capacidade de penetrar os frutos diretamente. Injúrias provocadas nos  
268 frutos foram essenciais para iniciar o processo de infecção, pois facilitaram a penetração  
269 pelo patógeno. Além disso, os tecidos injuriados aumentam a atividade metabólica das  
270 células feridas (Guzmán *et al.*, 1999), provocando elevação da taxa de respiração, indução  
271 da síntese de etileno e aumento da perda de água, o que resulta na acelerada deterioração  
272 dos frutos (Jacomino *et al.*, 2004). Em campo, os frutos de meloeiro podem sofrer várias  
273 formas de injúria durante o manejo da cultura, por raladuras do fruto no solo, cortes por  
274 instrumentos ou por pequenas pedras ou, também, pela atividade de insetos, como  
275 raspagem da superfície, picada ou penetração para alimentação (Viana *et al.*, 2001). Além  
276 disso, os produtores realizam periodicamente a viragem dos frutos para evitar a formação  
277 da anomalia denominada barriga branca, ocasionada pelo excesso de umidade na parte  
278 inferior dos frutos, que desvaloriza o produto (Senhor, 2006). É importante ressaltar que a  
279 penetração de *F. pallidoroseum* nos frutos de meloeiro também pode ocorrer por aberturas  
280 naturais, incluindo lenticelas e também por fissuras na epiderme associadas com o  
281 desenvolvimento da rede (Bruton *et al.*, 1998).

282 As lesões foram significativamente maiores nos frutos submetidos a ferimentos e  
283 inoculados pela atomização da suspensão de conídios de *F. pallidoroseum* do que nos

284 demais métodos de inoculação avaliados (Tabela 1). A inoculação por injeção  
285 subepidérmica, apesar de também provocar ferimento no fruto e propiciar o  
286 desenvolvimento de sintomas, apresentou lesões menores que os outros métodos com  
287 ferimento e não diferiu significativamente dos métodos sem ferimento (Tabela 1). A menor  
288 área lesionada nos frutos inoculados por injeção pode ser consequência da menor  
289 intensidade dos ferimentos e da reduzida quantidade de inóculo do patógeno utilizada  
290 quando comparada aos métodos de atomização e gota com ferimentos. De modo geral, o  
291 método de atomização requer menos tempo para inoculação, porém requer maior  
292 quantidade de inóculo que os demais.

293 A idade do ferimento no fruto influenciou significativamente a severidade da  
294 podridão-de-fusário, sendo constatada a redução do tamanho das lesões com o aumento da  
295 idade do ferimento (Tabela 2). Nas duas cultivares de meloeiro as lesões foram maiores nos  
296 frutos submetidos a ferimento e imediatamente inoculados, o que pode ser consequência da  
297 maior disponibilidade de água liberada na forma de exsudatos logo após a realização do  
298 ferimento. O processo de cicatrização do tecido lesionado pode também ter influenciado na  
299 severidade da doença, pois durante a cicatrização dos tecidos em frutos de meloeiro ocorre  
300 a produção de suberina e lignina, bem como sua deposição nas paredes das células  
301 injuriadas para formar a periderme da lesão (Jacomino *et al.*, 2004), o que pode constituir  
302 um mecanismo estrutural de resistência ao processo infeccioso. Outro aspecto a considerar  
303 é que ferimentos frescos geralmente aceleram as taxas de respiração e síntese de etileno em  
304 virtude da alta atividade metabólica das células feridas, minutos após o corte (Guzmán *et*  
305 *al.*, 1999). O etileno produzido em decorrência dos tecidos feridos acelera a deterioração e  
306 senescência do tecido vegetativo, e promove o rápido amadurecimento dos frutos  
307 climatéricos, como o melão, tornando-os mais suscetíveis às infecções por microrganismos

308 patogênicos (Jacomino *et al.*, 2004). A menor severidade observada nos fermentos antigos  
309 também pode ser atribuída a um acúmulo de fitoalexinas, bem como PR-proteínas, em  
310 resposta ao dano mecânico e, desta forma, inibido a ação do patógeno. As fitoalexinas são  
311 produzidas por células sadias próximas ao local da lesão, em resposta às substâncias  
312 produzidas em células danificadas, que se acumulam, podendo exercer resistência ao ataque  
313 do patógeno (Skene, 1981).

314         Em suma, os resultados indicam que, embora haja condições adequadas para que o  
315 patógeno alcance a superfície do fruto e cause doença, isso só será possível se o mesmo  
316 conseguir superar os mecanismos de defesa do hospedeiro. O tempo decorrido entre a  
317 ocorrência de injúrias no campo, ou até mesmo, de danos mecânicos por ocasião da colheita  
318 e nos canais de comercialização e a subsequente presença do patógeno nos frutos  
319 danificados é muito importante, uma vez que pode determinar a ocorrência ou não de  
320 doenças bem como influenciar na sua severidade.

321         Os frutos de meloeiro inoculados com *F. pallidoroseum* desenvolveram sintomas da  
322 podridão-de-fusário independentemente da presença de câmara úmida (Tabela 3), indicando  
323 que não foi necessária água livre, na forma de condensação, na superfície dos frutos, para a  
324 germinação dos esporos e penetração no hospedeiro, entrando em conflito com a  
325 observação de que a presença de uma película de água é essencial para a germinação dos  
326 esporos de *F. pallidoroseum* (Pérez & Vidal, 2002). A ocorrência de infecções pelo  
327 patógeno na ausência de câmara úmida indica que apenas a umidade associada aos  
328 exsudatos liberados pelo fruto após a realização do fermento foi suficiente para dar início  
329 aos processos envolvidos na patogênese, como constatado em frutos de meloeiro amarelo  
330 inoculados com a bactéria *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Schaad *et al.*) Willems *et al.*  
331 (Silveira *et al.*, 2004). Além disso, é importante considerar que *F. pallidoroseum* é

332 resistente a condições de baixa umidade e que pode permanecer por longos períodos no  
333 campo em condições de seca extrema (Badger, 1965).

334 As lesões da podridão-de-fusário foram maiores nos frutos submetidos à câmara  
335 úmida (Tabela 3), indicando que a alta umidade estimulou o processo de infecção por *F.*  
336 *pallidroseum* e/ou aumentou a suscetibilidade do hospedeiro, influenciando na taxa de  
337 progresso da doença e refletindo na maior severidade, como constatado em frutos de  
338 banana na pós-colheita (Pérez & Vidal, 2002). Cabe salientar que a perda de umidade de  
339 produtos frescos é determinada pela umidade relativa do ambiente. Elevado teor de  
340 umidade relativa, embora ajude a manter a turgidez e reduzir as perdas de água no fruto,  
341 pode ser favorável ao desenvolvimento de doenças (Chitarra & Chitarra, 1990).

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

351 A temperatura influenciou significativamente na severidade da podridão-de-fusário  
352 nos frutos de meloeiro. De modo geral, o incremento da temperatura de 15 °C para 25 °C  
353 proporcionou um aumento na severidade da doença, enquanto a partir dessa última  
354 temperatura ocorreu uma redução acentuada na área lesionada (Figura 1). Não foi  
355 constatado o desenvolvimento de sintomas na temperatura de 10°C (Figura 1), confirmando

356 as observações sobre a importância da utilização da refrigeração dos frutos a essa  
357 temperatura para o controle da podridão-de-fusário (Snowdon, 1990; Terao *et al.*, 2006),  
358 embora não seja letal para *F. pallidoroseum*, pois o desenvolvimento da doença retorna ao  
359 normal após os frutos serem retirados da refrigeração (Terao *et al.*, 2006).  
360 Possivelmente, além de influenciar no metabolismo do fruto, as temperaturas podem ter  
361 afetado o metabolismo do patógeno e a cinética das enzimas envolvidas no processo de  
362 infecção, que aumentou ou reduziu de atividade conforme as condições predominantes,  
363 afetando o desenvolvimento da doença.

364 O modelo logístico com pico assimétrico (Figura 1) proporcionou excelente ajuste  
365 das curvas de progresso da severidade da podridão-de-fusário em função da temperatura,  
366 com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de 98,6% e 99,9% para as cultivares Orange Flesh e  
367 Torreon, respectivamente. O modelo escolhido apresenta quatro parâmetros (a, b, c, d),  
368 sendo que biologicamente os dois primeiros parâmetros são de grande interesse, pois  
369 refletem o tamanho máximo estimado para a lesão (a) e a temperatura em que ocorreria a  
370 lesão máxima (b). A cultivar Torreon apresentou o tamanho máximo da lesão estimado  
371 ( $421,6 \text{ mm}^2$ ) significativamente superior ao da cultivar Orange Flesh ( $254,9 \text{ mm}^2$ ), quando  
372 o parâmetro da regressão foi comparado pelo teste T utilizando intervalo de confiança. Por  
373 outro lado, as duas cultivares não diferiram significativamente em relação às temperaturas  
374 ideais nas quais ocorreriam as lesões máximas, cujos valores estimados foram de  $23,9 \text{ }^\circ\text{C}$  e  
375  $23,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , respectivamente para Orange Flesh e Torreon (Figura 1).

376 As temperaturas ideais estimadas para o desenvolvimento da podridão-de-fusário  
377 nesse estudo diferem das consideradas por outros autores como mais favoráveis ao  
378 desenvolvimento da doença em frutos de meloeiro, que se situam em torno de  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  (Dias  
379 & Terao, 2006). Em bananas, foi constatado que a maior severidade da podridão-da-coroa,

380 causada por *F. pallidoroseum*, ocorreu em temperaturas entre 25 e 27 °C, sendo que abaixo  
381 de 15 °C havia forte inibição do desenvolvimento da doença e a 38 °C não eram observados  
382 sintomas (Pérez & Vidal, 2002).

383 O manejo da temperatura é um fator tão crítico no controle de doenças pós-colheita,  
384 que os demais métodos de controle são denominados, em alguns casos, de suplementares à  
385 refrigeração (Sommer, 1982). O pré-resfriamento ao qual são submetidos os frutos de  
386 meloeiro para exportação, com o objetivo de baixar a temperatura para 10 °C a 15 °C, pode  
387 ser considerado como uma eficiente medida de controle da podridão-de-fusário na fase de  
388 pós-colheita. No entanto, no mercado interno, tanto no Rio Grande do Norte quanto em  
389 outros estados do Nordeste e outras regiões produtoras de melão, o transporte em  
390 caminhões sem refrigeração e a comercialização em iguais condições em supermercados  
391 e/ou feiras livres favorecem a incidência da podridão-de-fusário.

392 A concentração do inóculo de *F. pallidoroseum* influenciou significativamente a  
393 severidade da podridão-de-fusário nos frutos de meloeiro, sendo que as áreas lesionadas  
394 aumentaram com o incremento da concentração de inóculo. As maiores lesões foram  
395 observadas na concentração de  $1 \times 10^6$  conídios/mL nas duas cultivares, mas mesmo na  
396 menor concentração de inóculo ( $1 \times 10^1$  conídios/mL) foram registrados consideráveis níveis  
397 de doença (Figura 2). Para que o processo de infecção ocorra, é necessário que exista uma  
398 quantidade de inóculo viável, sendo que o aumento na concentração de inóculo é  
399 freqüentemente responsável pelo aumento do nível ou da taxa de infecção (Vale *et al.*,  
400 2004). A incidência de podridões em frutos de meloeiro, mesmo com concentrações de  
401 inóculo muito baixas, indica a elevada viabilidade e infectividade dos esporos de *F.*  
402 *pallidoroseum*. Segundo Johnson & Sangchote (1994), fungos que causam doenças em  
403 frutos tropicais geralmente não apresentam seletividade em relação a hospedeiros,

404 entretanto, entre os fatores envolvidos na diferenciação destes, estão incluídos a  
405 disponibilidade, viabilidade e eficiência do inóculo, sendo o conhecimento da influência  
406 desses componentes no patossistema um fator importante para o sucesso do controle das  
407 doenças.

408 O modelo logístico dose-resposta com três parâmetros (a, b, c) proporcionou  
409 excelente ajuste das curvas de progresso da severidade da podridão-de-fusário em função  
410 das concentrações de inóculo de *F. pallidoroseum*, com coeficientes de determinação ( $R^2$ )  
411 de 97,3% e 99,1% para as cultivares Orange Flesh e Torreon, respectivamente. Nesse  
412 modelo, dois parâmetros são de grande interesse biológico, pois representam o tamanho  
413 máximo teórico da lesão (a) e a concentração de inóculo suficiente (cis 50) para gerar uma  
414 lesão equivalente à metade da lesão máxima (b). Na cultivar Orange Flesh, o tamanho  
415 máximo teórico da lesão foi de 1.792,1 mm<sup>2</sup>, enquanto na cultivar Torreon esse valor  
416 atingiu 632,6 mm<sup>2</sup> (Figura 2). A concentração de inóculo necessária para gerar 50% do  
417 tamanho máximo da lesão (cis 50) na cultivar Orange Flesh foi de  $9,8 \times 10^{12}$  conídios/mL,  
418 enquanto que na cultivar Torreon essa concentração atingiu o valor de  $1,3 \times 10^3$   
419 conídios/mL (Figura 2), evidenciando, mais uma vez, a elevada sensibilidade dessa cultivar  
420 comparada à primeira.

421 O aumento da severidade da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro com a  
422 elevação da concentração de inóculo do patógeno destaca a importância da redução do  
423 inóculo para minimizar os riscos de epidemias na pós-colheita, o que poderá ser realizado  
424 através de medidas que reduzam o nível de inóculo no campo, no packing-house e no  
425 armazenamento (Oliveira et al., 2006). Considerando que em frutos de meloeiro colhidos e  
426 deixados no campo são produzidos muitos conídios de *F. pallidoroseum*, a eliminação dos  
427 frutos afetados durante e ao final de cada cultivo é uma medida de extrema importância

428 para reduzir o nível de inóculo do patógeno localizado na superfície dos frutos, o que pode  
429 evitar a disseminação da doença.

430 De modo geral, para o desenvolvimento de estratégias de manejo de doenças de  
431 plantas, é fundamental obter informações sobre os aspectos epidemiológicos que envolvem  
432 o início do processo de infecção e o estabelecimento de altos níveis de doença em cada  
433 associação patógeno-hospedeiro. Portanto, práticas de manejo que envolvam a redução dos  
434 ferimentos nos frutos e/ou a aceleração da cicatrização dos mesmos, o controle das  
435 variáveis ambientais como umidade e temperatura, bem como a redução das fontes de  
436 inóculo, são fundamentais para diminuir a severidade da podridão-de-fusário em frutos de  
437 meloeiro em pós-colheita.

438

439

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

440

441 AGRIOS, G.N. Plant Pathology. 5<sup>th</sup> ed. San Diego. Elsevier Academic Press. 2005.

442 BADGER, A. M. Influence of relative humidity on fungi causing crown rot of boxed  
443 bananas. *Phytopathology* 55:688-692. 1965.

444 BI, Y., TIAN, S.P., GUO, Y.R., GE, Y.H. & QIN, G.Z. Sodium silicate reduces postharvest  
445 decay on Hami melons: induced resistance and fungistatic effects. *Plant Disease* 90:279-  
446 283. 2006.

447 BRUTON, B.D. Etiology, epidemiology, and control of cantaloupe fruit rots. In: LESTER,  
448 G. & DUNLAP, J. (Eds.) *Cucurbitaceae'94*. Edinburg. Gateway Printing. 1995. pp.48-54.

449 BRUTON, B.D. & DUTHIE, J.A. Fusarium rot. In: Zitter, T.A., Hopkins, D.L., Thomas,  
450 C.E. (Eds.) *Compendium of Cucurbit Diseases*. St. Paul. APS Press. 1996. pp.50-51.



- 451 BRUTON, B.D., ZHANG, Z.X. & MILLER, M.E. *Fusarium* species causing cantaloupe  
452 fruit rot in the Lower Rio Grande Valley of Texas. In: Miller (Ed.) Annual Research Report  
453 1998. Welasco. Texas Agricultural Experiment Station. 1998. pp.17-24.
- 454 CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. Pós-colheita de Frutos e Hortaliças. Fisiologia e  
455 Manuseio. Lavras. ESAL/FAEPE. 1990.
- 456 DIAS, R.C.S. & TERAQ, D. Doenças das cucurbitáceas. In: Oliveira, S.M.A.; Terao, D.;  
457 Dantas, S.A.F.; Tavares, S.C.C.H. (Eds.) Patologia Pós-Colheita: Frutas, Olerícolas e  
458 Ornamentais Tropicais. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica. 2006. pp.595-627.
- 459 FNP. Agriannual 2006 – Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo. Instituto FNP. 2006.
- 460 FREIRE, F.C.O. Doenças atuais e potenciais das principais fruteiras e flores ornamentais  
461 do Nordeste. Fitopatologia Brasileira 31:S38-S44. 2006 (suplemento).
- 462 GUZMÁN, I.L., CANTWELL, M. & BARRETT, D.M. Fresh-cut cantaloupe: effects of  
463 CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. Postharvest Biology and  
464 Technology 17:201-213. 1999.
- 465 HUANG, Y., DEVERAL, B.J.; TANG, W.H.; HWANG, W. & WU, F.W. Foliar  
466 application of acibenzolar-S-methyl and protection of postharvest rock melons and Hami  
467 melons from disease. European Journal of Plant Pathology 106:651-656. 2000.
- 468 IBRAF. Estatísticas. São Paulo. Instituto Brasileiro de Frutas. 2007. Disponível em:  
469 <[http://www.ibraf.org.br/x-es/pdf/CEBFF\\_2004\\_2005.pdf](http://www.ibraf.org.br/x-es/pdf/CEBFF_2004_2005.pdf)> Acesso em: 16 fev. 2007.
- 470 JACOMINO, A.P., ARRUDA, M.C., MOREIRA, R.C. & KLUGE, R.A. Processamento  
471 mínimo de frutas no Brasil. In: Gonzáles-Aguilar, G. (Ed.) Estado Actual del Mercado de  
472 Frutas y Vegetales Cortados en Iberoamérica. San Jose. Universidad de Costa Rica. 2004.  
473 pp.79-86.

- 474 JONHSON, G.I. & SANGCHOTE, S. Control of postharvest diseases of tropical fruits:  
475 Challenges for the 21st century. In: Champ, B.R., Highley, E. & Johnson, G.I. (Eds.)  
476 Postharvest Handling of Tropical Fruits. Canberra. ACIAR. 1994. pp.140-161.
- 477 KLEIN, K.K. & CORRELL, J.C. Vegetative compatibility group diversity in *Fusarium*. In:  
478 Summerel, B.A., Leslie, J.F., Backhouse, D., Bryden, W.L. & Burgess, L.W. (Eds.)  
479 *Fusarium*: Paul E. Nelson Memorial Symposium. St. Paul. APS Press. 2001. pp.83-96.
- 480 LESTER, G.E. Comparisons of 'Hone Dew' and netted muskmelon fruit tissues in relation  
481 to storage life. HortScience 23:180-182. 1988.
- 482 NEGREIROS, M.Z., COSTA, F.A., MEDEIROS, J.F., LEITÃO, V.B.R.M.M., BEZERRA  
483 NETO, F. & ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Rendimento e qualidade do melão sob lâminas de  
484 irrigação e cobertura do solo com filmes de polietileno de diferentes cores. Horticultura  
485 Brasileira 23:773-779. 2005.
- 486 OLIVEIRA, S.M.A.; TERAPO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. Patologia pós-  
487 colheita. In: Oliveira, S.M.A.; Terao, D.; Dantas, S.A.F.; Tavares, S.C.C.H. (Eds.)  
488 Patologia Pós-Colheita: Frutas, Olerícolas e Ornamentais Tropicais. Brasília. Embrapa  
489 Informação Tecnológica. 2006. pp.21-44.
- 490 PÉREZ, L.; VIDAL, I. Aspectos de la biología de *Colletotrichum musae* (Berk. & Curt.) v.  
491 Arx. y *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Sacc., agentes causales de la pudrición de la  
492 corona de los bananos (*Musa* sp.) en Cuba. Fitosanidad, Habana, v. 6, n. 1, p. 3-10, 2002.
- 493 ROTEM, J. Climate and weather influences on epidemics. In: Horsfall, J.G. & Cowling,  
494 E.B. (Eds.) Plant Disease- An Advanced Treatise. New York. Academic Press. 1978. v.2,  
495 pp.317-337.
- 496 SENHOR, R.F. Epidemiologia da podridão-de-cratera em frutos de meloeiro. Dissertação  
497 de Mestrado. Recife PE. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2006.

- 498 SILVEIRA, E.B., MARIANO, R.L.R., MICHEREFF, S.M. & OLIVEIRA, S.M.A.  
499 Influência da temperatura, umidade, concentração de inóculo de *Acidovorax avenae* subsp.  
500 *citrulli* e idade do fruto no desenvolvimento da mancha-aquosa em melão. *Fitopatologia*  
501 Brasileira 29:34-38. 2004.
- 502 SKENE, D.S. Wound healing in apple fruits: the anatomical response of Cox's Orange  
503 Pippin at different stages of development. *Journal of the American Society for*  
504 *Horticultural Science* 56:145-153. 1981.
- 505 SNOWDON, A L. A Colour Atlas of Postharvest Diseases & Disorders of Fruits &  
506 Vegetables. Vol. 1. General Introduction & Fruits. London. Wolfe Scientific. 1990.
- 507 SOMMER, N. F. Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. *Plant*  
508 *Disease* 66:357-364. 1982.
- 509 TERAO, D., OLIVEIRA, S.M.A., VIANA, F.M.P., ROSSETTI, A.G. & SOUZA, C.C.M.  
510 Integração de fungicidas à refrigeração no controle de podridão em frutos de meloeiro.  
511 *Fitopatologia Brasileira* 31:89-93. 2006.
- 512 TUSET, J.J. Enfermedades de conservación. In: Ruiz, J.R.D. & García-Jimenez, J. (Eds.)  
513 *Enfermedades de las Cucurbitáceas en España*. Valencia. Phytoma-España, 1994.
- 514 VALE, F.X.R., JESUS JR., W.C. & ZAMBOLIM, L. Natureza das epidemias. In: Vale,  
515 F.X.R.; Jesus Jr., W.C.; Zambolim, L. (Eds.) *Epidemiologia Aplicada ao Manejo de*  
516 *Doenças de Plantas*. Belo Horizonte. Perfil. 2004. pp.21-48.
- 517 VALLESPER, A.N. Post-recolección de Hortalizas. Reus. Ediciones de Horticultura.  
518 1997.
- 519 VIANA, F.M.P., SANTOS, A.P., FREIRE, F.C.O., CARDOSO, J.E. & VIDAL, J.C.  
520 *Recomendações para o Controle das Principais Doenças que Afetam a Cultura do Melão na*

- 521 Região Nordeste. Fortaleza. Embrapa Agroindústria Tropical. 2001. 24p. (Embrapa
- 522 Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 12).

523 **TABELA 1** - Influência do método de inoculação na severidade (tamanho da lesão) da  
 524 podridão-de-fusário em frutos de duas cultivares (Orange Flesh e Torreon) de meloeiro,  
 525 inoculados com *Fusarium pallidoroseum* e avaliados após cinco dias  
 526

Método de inoculação	Tamanho da lesão (mm <sup>2</sup> )	
	Orange Flesh	Torreon
Atomização	0,0 cA*	0,0 cA
Gota	0,0 cA	0,0 cA
Ferimento + Atomização	189,3 aB	372,9 aA
Ferimento + Gota	38,8 bB	116,9 bA
Injeção	0,5 cA	0,1 cA
C.V. (%) = 12,3		

527

528 \*Média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem  
 529 significativamente entre si pelo teste de Duncan (P=0,05).

530 **TABELA 2** - Influência da idade do fermento na severidade (tamanho da lesão) da  
 531 podridão-de-fusário em frutos de duas cultivares (Orange Flesh e Torreon) de meloeiro,  
 532 inoculados com *Fusarium pallidoroseum* e avaliados após cinco dias  
 533

Idade do fermento (horas)	Tamanho da lesão (mm <sup>2</sup> )	
	Orange Flesh	Torreon
0	175,9 aB*	458,3 aA
12	113,0 bB	259,5 bA
24	17,0 cB	180,6 cA
C.V. (%) = 15,2		

534

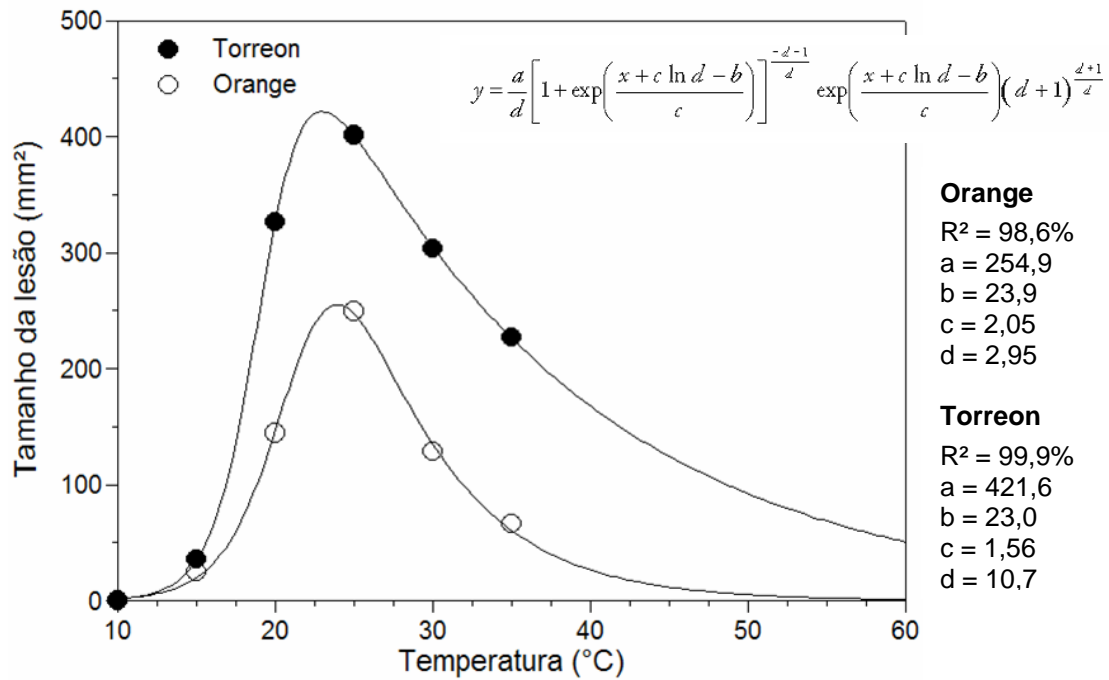
535 \*Média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem  
 536 significativamente entre si pelo teste de Duncan (P=0,05).

537 **TABELA 3** - Influência da umidade na severidade (tamanho da lesão) da podridão-de-  
 538 fusário em frutos de duas cultivares (Orange Flesh e Torreon) de meloeiro, inoculados com  
 539 *Fusarium pallidoroseum* e avaliados após cinco dias  
 540

Condição de umidade	Tamanho da lesão (mm <sup>2</sup> )	
	Orange Flesh	Torreon
Sem câmara úmida	109,5 bB*	416,4 bA
Com câmara úmida	163,6 aB	460,8 aA
C.V. (%) = 11,7		

541

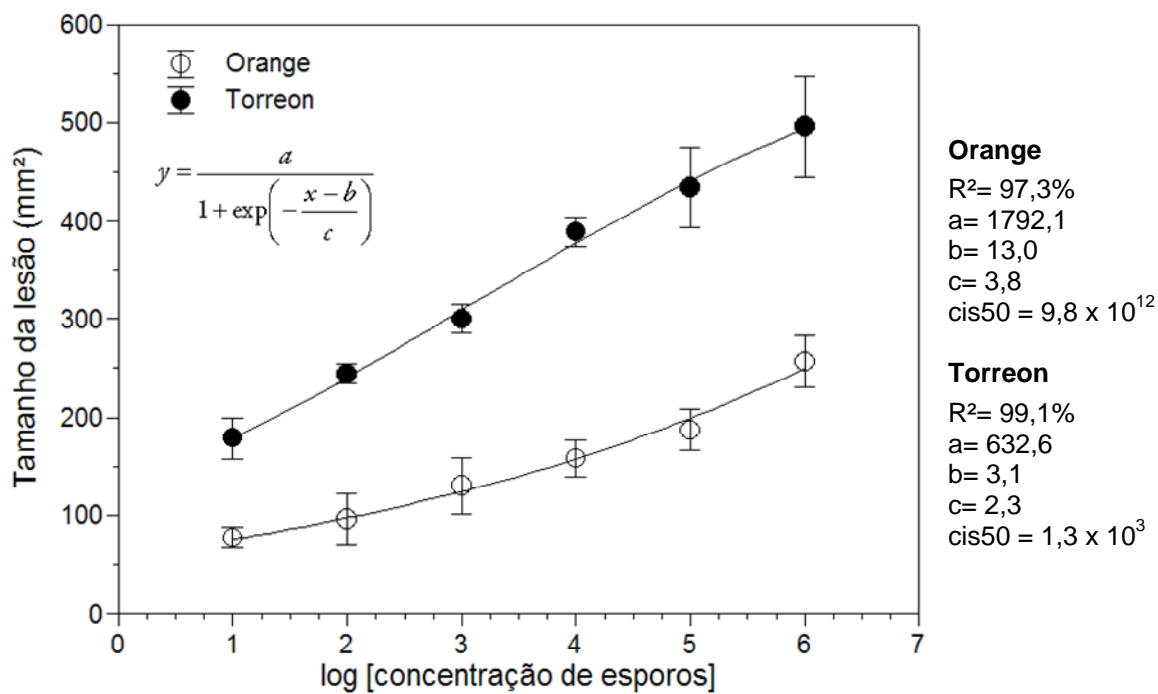
542 \*Média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem  
 543 significativamente entre si pelo teste de Duncan (P=0,05).



544

545 **FIG. 1** - Influência da temperatura na severidade (tamanho da lesão) da podridão-de-  
 546 fusário em frutos de duas cultivares (Orange Flesh e Torreon) de meloeiro, inoculados com  
 547 *Fusarium pallidoroseum* e avaliados após cinco dias.





550

551 **FIG. 2** - Influência da concentração de inóculo de *Fusarium pallidoroseum* na severidade  
 552 (tamanho da lesão) da podridão-de-fusário em frutos de duas cultivares (Orange Flesh e  
 553 Torreon) de meloeiro, aos cinco dias após a inoculação.

## **Conclusões Gerais**

---

---

## CONCLUSÕES GERAIS

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

1. A ocorrência de ferimentos nos frutos de meloeiro é de fundamental importância para o desenvolvimento de sintomas da podridão-de-fusário, causada por *Fusarium pallidoroseum*;
2. Os métodos de inoculação por atomização ou deposição de gota com a suspensão de conídios de *F. pallidoroseum* são adequados para inoculações em frutos de meloeiro submetidos aos ferimentos;
3. A severidade da podridão-de-fusário aumenta com a redução da idade do ferimento nos frutos de meloeiro;
4. Não há necessidade de alta umidade relativa para *F. pallidoroseum* iniciar o processo de infecção nos frutos de meloeiro;
5. Elevada umidade favorece o desenvolvimento de sintomas da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro;
6. A temperatura em torno de 23°C é ótima para o desenvolvimento da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro;
7. Temperaturas em torno de 30°C reduzem acentuadamente os sintomas da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro;
8. Baixa concentração de inóculo é exigida para o aparecimento de sintomas da podridão-de-fusário em frutos de meloeiro;
9. A cultivar de meloeiro Torreon (tipo cantaloupe) é muito mais sensível à infecção por *F. pallidoroseum* que a cultivar Orange Flesh (tipo honeydew).