

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES FUNGICIDAS NO CONTROLE DE *ALTERNARIA ALTERNATA*, AGENTE CAUSAL DA PODRIDÃO PÓS-COLHEITA EM FRUTOS DE MELOEIRO¹

ROSEMBERG FERREIRA SENHOR², JORGE NASCIMENTO DE CARVALHO², PAHLEVI AUGUSTO DE SOUZA^{3*}, ROMEU CARVALHO ANDRADE NETO⁴, PATRÍCIO BORGES MARACAJÁ⁵

RESUMO - O melão, principal item de exportação do estado do Rio Grande do Norte, enfrenta grandes problemas fitossanitários nas fases de produção e pós-colheita. As infecções quiescentes representam sérios problemas para exportação de frutos. Apesar disso, o número de produtos registrados para o tratamento pós-colheita de melão, ainda é bastante reduzido. Em função disso, objetivou-se avaliar a eficiência de três fungicidas, thiabendazole, azoxystrobin e imazalil utilizados na dosagem comercial, 194g; 8g e 100g i.a./100L, respectivamente, em condições de armazenamento a temperatura ambiente no controle de podridão pós-colheita causada por *Alternaria alternata*. O efeito dos fungicidas sobre o crescimento micelial, esporulação e germinação do fungo foram avaliados em laboratório assim como a eficiência dos fungicidas no controle do fungo sobre os frutos. Após a imersão dos frutos em calda fungicida, foram inoculados discos de 5mm do meio BDA contendo estruturas do fungo. Em seguida foram acondicionados em caixas de papelão (quatro frutos por caixa), e incubados por 36 horas em câmara úmida. Posteriormente foram retirados da câmara úmida e armazenadas a temperatura ambiente. O Imazalil inibiu 100% do crescimento micelial e 100% da esporulação de *A. alternata*. Embora o azoxystrobin tenha reduzido apenas 36% do crescimento micelial, quando comparado com a testemunha, mostrou-se eficiente em relação à esporulação. O thiabendazole, também foi eficiente na redução do crescimento micelial, porém não mostrou a mesma eficiência no controle da esporulação. Todos os fungicidas foram eficientes no controle 'in vitro', porém não mostraram eficiência no controle de *A. alternata* sobre os frutos armazenados a temperatura ambiente.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Controle químico. Estrobirulinas. Imidazol. Benzimidazol.

EFFICIENCY OF DIFFERENT PESTICIDES IN THE CONTROL OF *ALTERNARIA ALTERNATA*, CAUSAL AGENT OF POSTHARVEST FAULNESS IN MELON FRUITS

ABSTRACT - The latent infections represent serious problems for exportation of the fruits. Nevertheless, the number of products registered for postharvest treatment of melon is reduced. In view of that, was evaluated the efficiency of three pesticides thiabendazole, azoxystrobin and imazalil utilized, in the commercial doses of 194g, 8g and 100g, a.i. /100 l, respectively, in storage conditions at ambient temperature in the control of faulness postharvest caused for *Alternaria alternata*. The effect of pesticides on the mycelial growth, sporulation and germination of the fungi was evaluated, as well as the efficiency of the pesticides in the control of the fungi in melons. After the immersion of fruits in the fungicidal solution, discs of 5mm of PDA medium with the fungi structures were inoculated. After, four fruits were put in each cartoon package and stored for 36 hours in a humid chamber. After that, the fruits were taken out of the humid chamber and stored at ambient temperature. The Imazalil has inhibited 100% of the mycelial growth and sporulation of *A. alternata*. Although the azoxystrobin only reduced 36% of the mycelial growth, when compared with the standard sample, it shows efficiency related to sporulation. The Thiabendazole was also efficient to reduce the mycelial growth. However, it had not the same efficiency related to sporulation. All pesticides researched were efficient in the control 'in vitro', but they did not show any efficiency in the control of fungi in fruits stored at ambient temperature.

Keywords: *Cucumis melo* L. Chemical control. Strobirulinas. Imidazol. Benzimidazol.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 08/05/2008; aceito em 17/04/2009.

²Departamento de Fitossanidade, UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife-PE

³Instituto Federal do Ceará (IFCE), Rua Estevam Remígio, 1145, Centro, 62930-000, Limoeiro do Norte-CE; pahlevi@ifce.edu.br

⁴Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Rua Santa Inês, 135, Aviário, 69900-000, Rio Branco-AC

⁵Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), 58429-140, Campina Grande-PB

INTRODUÇÃO

Apesar da produção de frutas frescas brasileiras ocupar o terceiro lugar no *ranking* mundial com 43 milhões de toneladas no ano de 2002, a exportação de frutas frescas no Brasil tem tido um crescimento muito lento (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2003). No entanto, a agricultura brasileira enfrenta sérios problemas, especialmente de ordem fitossanitária, nas fases de produção e pós-colheita, que limitam a sua inserção no mercado internacional. Conforme Benato (2002), as perdas em pós-colheita em frutos tropicais e subtropicais, na maioria dos países em desenvolvimento, oscilam entre 20 e 80%.

A cultura do meloeiro, de grande expressão econômica para o Nordeste brasileiro, que apresenta ótimas condições climáticas para o seu desenvolvimento, além do alto nível tecnológico empregado pelas empresas, é o principal item de exportação da economia norte-rio-grandense. Nos últimos anos, o cultivo do melão tem crescido rapidamente na região Nordeste, porém há um grave problema na comercialização de alguns cultivares devido à curta vida de prateleira e ao surgimento de doenças em temperatura ambiente, que impede a colocação desses frutos nos mercados mais distantes com qualidade satisfatória.

A vida útil pós-colheita dos produtos hortícolas se vê limitada principalmente pelo aparecimento de alterações fisiológicas e pelo ataque de patógenos, que depreciam o valor comercial dos produtos (ZACARIAS, 1993). Vários métodos de controle se aplicam de forma única ou integrada, no controle de doenças de frutas em pós-colheita, que, geralmente, são afetadas por mais de um patógeno. Dentre os principais agentes causadores de doença destaca-se o gênero *Alternaria* que apresenta um grande número de espécies, com mais de 40 delas relatadas como patógenos de plantas (ROTEM, 1994). O gênero *Alternaria* é um dos principais grupos causadores de infecção quiescente em pós-colheita de frutos e hortaliças, e dentre essas estão às cucurbitáceas (ZAMBOLIM et al., 2002). A podridão-de-alternária causada por *A. alternata* ocorre pela infecção dos frutos principalmente através das lenticelas e produz podridões na superfície e pedúnculo dos frutos (Prusky et al., 2003).

As doenças pós-colheita dos frutos de melão podem iniciar ainda no campo, de forma quiescente, iniciando o apodrecimento em fase posterior à embalagem, como a antracnose (*Colletotrichum orbiculare*) e a podridão-de-alternária em melão (*Alternaria cucumerina*). Há ainda aquelas oriundas do manuseio inadequado por ocasião da colheita, nos processos de lavagem, de seleção e de embalagem dos frutos, as quais se originam de ferimentos na superfície, como o mofo-azul causado por *Penicillium* spp. Existem duas formas de penetração dos patógenos pós-colheita através da casca do melão: alguns pene-

tram por ferimentos, originados por abrasão, corte, perfuração de insetos e contusão, quando o patógeno inicia a colonização dos tecidos internos através no tecido exposto, como no caso do mofo-azul; outros penetram diretamente a casca íntegra do fruto, sob condições muito favoráveis para o seu crescimento, como no caso da antracnose (ALVES, 2000).

De modo geral, as perdas pós-colheita são de difícil controle e têm sido responsáveis por grande porcentagem de perdas de produtos colhidos (MORANDI, 2002). Os métodos químicos atuam sobre patógenos de ferimentos ou sobre aqueles de infecção imediata ou quiescente e possuem a grande vantagem de seu efeito residual garantir proteção durante o armazenamento prolongado dos frutos (BENATO et al., 2001). Os fungicidas sistêmicos, em função da sua capacidade de penetrar e translocar dentro da planta, são capazes de agir curativamente. Na prática, entretanto, observa-se que a maior parte do produto fica externamente agindo como protetor, além de envolver outro importante princípio - imunização - (BERGAMIN FILHO, 1995).

Atualmente, poucos fungicidas apresentam registro para o tratamento pós-colheita em melão. Um fungicida recomendado para o uso em pós-colheita apenas quando for estritamente necessário e de acordo com a legislação, atentando para os níveis residuais, em melão, é o Imazalil (ALVES, 2000). O thiabendazole é um fungicida sistêmico bastante eficiente, apesar de sua eficiência, é de fundamental importância à inclusão de outros princípios ativos no programa de controle uma vez que o uso contínuo de um mesmo princípio ativo possibilita a seleção de estirpes resistentes de patógenos (PRUSKY et al., 1985). O azoxystrobin é um princípio ativo do grupo das estrobirulinas desenvolvido a partir de produtos naturais. É efetivo contra patógenos que desenvolvem sensibilidade reduzida a outros fungicidas, além de não apresentar resistência cruzada com os inibidores de ergosterol e benzimidazol. Atua preventivamente, inibindo a germinação de esporos e os estágios iniciais do desenvolvimento dos fungos, bem como possui ação curativa e erradicante, atuando em estágios de pós-germinação do ciclo de vida de grande número de fungos, além de conferir ação anti-esporulante. A movimentação do produto ocorre de maneira equilibrada; ao ser absorvido, o produto difunde-se, de forma translaminar para alcançar o sistema vascular e se translocar pelo xilema (BARLETT et al., 2002).

Assim sendo, este trabalho objetivou avaliar a eficiência de três fungicidas, thiabendazole, azoxystrobin e imazalil utilizados na dosagem comercial, 194g; 8g e 100g i.a./100L, respectivamente, em condições de armazenamento a temperatura ambiente no controle de podridão pós-colheita causada por *Alternaria alternata*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em duas etapas, à primeira no Laboratório de Micologia do Departamento de Agronomia área de Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, onde foi realizada a avaliação da eficiência dos fungicidas no controle da *A. alternata* em laboratório e a segunda no Laboratório de Agricultura irrigada da Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM, na pós-colheita de frutos de melão cv. Orange Flesh.

Efeito dos fungicidas no desenvolvimento de *Alternaria alternata*.

Discos de 5mm do meio BDA contendo estruturas de *A. alternata* provenientes de cultura de sete dias de incubação sob alternância de luz, foram transferidas para o centro de placas de Petri com meio BDA contendo os fungicidas thiabendazole, azoxystrobin e imazalil em dosagem comercial, 194g; 8g e 100g i.a./100L, respectivamente, de acordo com o registrante. Como testemunha foi utilizado o meio de cultura BDA sem adição dos fungicidas. Posteriormente foram incubadas à temperatura ambiente ($29^{\circ}\text{C} \pm 1$) sob alternância de luz. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com dez repetições. Foram realizadas avaliações da germinação, do crescimento micelial, taxa de crescimento e esporulação. As avaliações de crescimento micelial foram realizadas diariamente, até o crescimento total do fungo sobre a placa de Petri, com o auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se o diâmetro da colônia em dois sentidos diametralmente opostos. A taxa de crescimento foi efetuada mediante análise de regressão. Após o crescimento total do micélio nas placas avaliou-se a esporulação e a ger-

minação, adicionando-se 10mL de água destilada esterilizada sobre a superfície da colônia, removendo-se o crescimento fúngico com o auxílio de uma escova de cerdas macias. A suspensão obtida foi filtrada através de gaze de camada dupla esterilizada e a contagem de conídios realizada, utilizando-se um hemacitômetro tipo Neubauer.

Eficiência de fungicidas no controle de *Alternaria alternata* sobre os frutos de melão

Foram colhidos frutos de melão cv. Orange Flesh em estágio de maturação comercial, provenientes da região produtora em Mossoró-RN no período de Novembro de 2004. Os frutos foram lavados com água e sabão, desinfestados com Álcool 70% e de acordo com cada tratamento, imersos em solução fungicida de thiabendazole, azoxystrobin e imazalil, em dosagens comerciais utilizada na cultura de acordo com a empresa registradora, durante dois minutos conforme recomendado por Alves (2000). Os frutos de testemunha foram apenas lavados e inoculados. Em seguida foram inoculados discos de 5 mm contendo estruturas do fungo *A. alternata* em frutos previamente feridos, com ferimentos equidistantes, sendo em seguida acondicionados em caixas de papelão (quatro frutos por caixa), que foram incubadas por 36 horas em câmara úmida. Posteriormente, foram retirados da câmara úmida e armazenadas a temperatura ambiente ($29^{\circ}\text{C} \pm 1$). O trabalho constou de quatro tratamentos com quatro repetições (Tabela-1).

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo a unidade experimental correspondente a uma caixa com quatro frutos, totalizando 16 frutos por tratamento. A avaliação foi feita aos 14 dias após a inoculação, onde se avaliou a incidência de frutos com sintomas da doença.

Tabela 1. Demonstrativo dos tratamentos, ingredientes ativos (i.a.) e dosagem dos produtos.

Tratamentos	Produtos	Frutos
T1	Imazalil 100g i.a./100L de água	Com ferimentos
T2	Thiabendazole 194g i.a./100L de água	Com ferimentos
T3	Azoxystrobin 8g i.a./100L de água	Com ferimentos
T4	Testemunha	Com ferimentos

O teste de patogenicidade foi realizado em condições de laboratório mediante a inoculação de suspensão de 10^4 comídios/mL do fungo com sete dias de crescimento, em frutos de melão com quatro ferimentos equidistantes, previamente lavados com água e sabão e desinfestados com hipoclorito de sódio. Posteriormente foram postos em câmara úmida e armazenados em BOD a 10 e 30°C , respectivamente. O experimento constou de dois tratamentos e quatro repetições. As avaliações foram efetuadas cinco dias

após a inoculação, onde se avaliou a incidência de lesões nos frutos. A análise de variância (ANOVA) foi realizada pelo programa estatístico (SAEG, Sistema para Análise Estatística, fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa) e as médias dos resultados comparadas pelo teste de Tukey ($P=0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito dos fungicidas no desenvolvimento de *Alternaria alternata*

Observaram-se diferenças significativas entre os efeitos dos tratamentos utilizados, tanto no crescimento micelial quanto na esporulação do fungo (Tabela-2). No entanto, não houve germinação dos esporos nos tratamentos observados. Os isolados de *A. alternata* apresentaram maior sensibilidade ao imazalil que proporcionou uma inibição de 100% no crescimento micelial e esporulação. Thiabendazole e azoxystrobin inibiram o crescimento micelial em 61,15 e 47 mm, respectivamente (Figuras-1A e 1B), o que significa uma inibição do crescimento micelial em 51% e 36%, respectivamente, em relação à testemunha (Figura-1C). Os resultados mostram que os

três fungicidas, azoxystrobin, thiabendazole e imazalil testados 'in vitro' reduziram o crescimento micelial do patógeno. Efeito similar foi encontrado por Reuvani (2002), quando estudou o efeito de difeconazole no crescimento micelial de *A. alternata*. Concordando com Iacomi-Vasilescu (2004), que encontrou redução do crescimento micelial de *A. alternata* quando testou três fungicidas prochloraz, flutriafol e difeconazole em dosagens inferiores a 1mg/L.

Com relação à esporulação apenas o thiabendazole diferiu significativamente da testemunha, isto é, este produto pode ter induzido a esporulação do patógeno (Tabela-2). O azoxystrobin mostrou ser eficiente no combate a esporulação. Resultados semelhantes foram encontrados por Reuvani (2002), onde a germinação e a esporulação de *A. alternata* mostraram-se sensíveis ao fungicida azoxystrobin

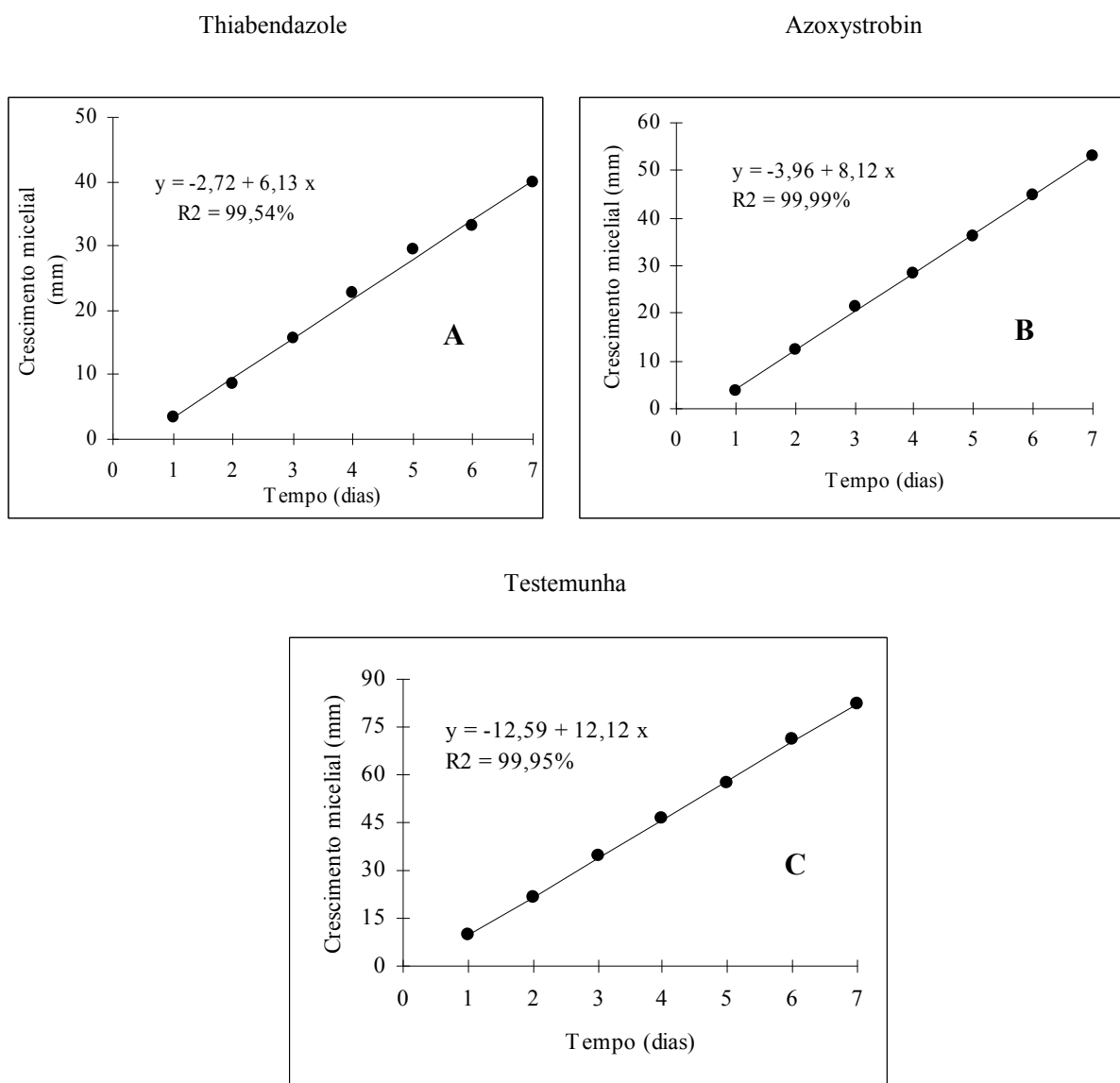


Figura 1. Efeito de fungicidas Thiabendazole (A), Azoxystrobin (B) no crescimento micelial de *A. alternata* aos sete dias de incubação.

Tabela 2. Avaliação do efeito de fungicidas no crescimento micelial e esporulação de *A. alternata* em condições de laboratório “*in vitro*”.

Tratamento	Dose (g i.a./100L)	Número de esporos ($\times 10^3$ /mL)	Crescimento micelial (mm)
Thiabendazole	194	7,2 a	38,85 c
azoxystrobin	8	1,4 b	53,00 b
Mazola	100	0,0 b	0,00 d
Testemunha	---	1,0 b	81,90 a

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Eficiência de fungicidas no controle de *Alternaria alternata* sobre os frutos de melão

Os fungicidas testados não foram efetivos no controle do patógeno ao final do experimento, 14 dias, onde houve 100% de incidência das lesões, tanto nos frutos tratados quanto na testemunha. De modo geral, em temperatura ambiente, as podridões se desenvolvem mais rapidamente devido à ocorrência de temperatura elevada em torno de 30°C, condição bastante favorável ao crescimento do fungo. Isso reflete as precárias condições de armazenamento do mercado interno do melão, onde as condições de refrigeração são bastante remotas. Segundo Leite (2002), as condições ótimas para o desenvolvimento de *Alternaria* são, alta umidade relativa e uma faixa de temperatura variando de 25 a 30°C, sendo que o crescimento micelial do fungo é inibido em temperaturas igual ou inferior a 5°C, e a sua amplitude de crescimento varia entre 5,5 e 32,9°C. Já no que se refere à germinação dos esporos a faixa de temperatura varia de 7,9 a 40°C. Os resultados encontrados neste trabalho diferem dos encontrados por Terao et al. (2002), onde foi observado

que os fungicidas azoxystrobin e thiabendazole controlaram eficientemente a severidade e o tamanho da lesão de *Fusarium pallidoroseum* até os 12 e 15 dias de armazenamento, respectivamente, em melões cv. Orange Flesh armazenados à temperatura ambiente. Vale ressaltar que o armazenamento à temperatura ambiente (29 ± 1), a temperatura é mais elevada do que nas condições de armazenamento nos postos de venda na Europa (AHARONI et al., 1997).

O teste de patogenicidade realizado demonstrou que o fungo cresceu mais rapidamente na temperatura mais elevada (Figura-2), observando-se ausência total de lesões no tratamento a 10°C, porém a 30°C ocorreram lesões na proporção média de 70%.

Nestes testes primários, os resultados nos propõem a necessidade de uma extensão deste estudo no que diz respeito ao controle da doença em condições de armazenamento refrigerado, pois os melões ‘nobre’, para a exportação, necessitam de cadeia de frio, uma vez que a sua vida de prateleira deve ser de pelo menos 28 dias (ALVES, 2000).

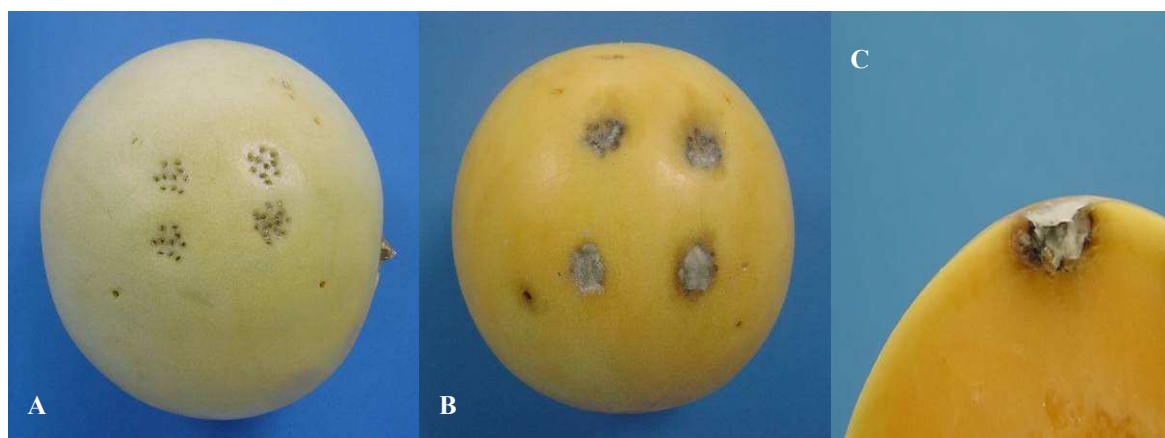


Figura 2. Frutos de melão inoculados com a suspensão de 10^4 conídios/mL de *A. alternata*; A= frutos armazenados a 10°C, sem a presença de lesões; B= frutos armazenados a 30°C, apresentando lesões do fungo; C= corte transversal mostrando a parte interna da lesão.

CONCLUSÕES

O Imazalil inibi 100% do crescimento micelial e 100% da esporulação de *A. alternata*;

Embora o azoxystrobin tenha reduzido apenas 36% do crescimento micelial, quando comparado com a testemunha, mostra-se eficiente em relação à esporulação;

O thiabendazole, também é eficiente na redução do crescimento micelial, porém não se mostra a mesma eficiência no controle da esporulação;

Todos os fungicidas são eficientes no controle 'in vitro', porém não são eficientes no controle de *A. alternata* sobre os frutos armazenados à temperatura ambiente.

REFERÊNCIAS

AHARONI, Y. et al. Sodium bicarbonato reduces postharvest decay development on melons. **Postharvest Biology and tecnologia**, v.10, p.201-206, 1997.

ALVES, R.E. **Melão. Pós-colheita** (Frutas do Brasil; 10). 1º ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2000.

ANDRIGUETO, J.R.; KOSOSOKI, A.K. Alavanca para exportação. **Revista cultivar – hortaliças e frutas**, v.4, p.19-21, 1996.

BARLETT, D.W. et al. The strobilulin fungicides. **Pest management**, v.58, p.649-662, 2002.

BENATO, E.A. et al. Efeito do tratamento hidrotérmico no controle de podridões pós-colheita em maracujá-amarelo. **Summa Phytopathologica**, v.27, p.399-402, 2001.

BENATO, E.A. Indução de resistência no controle de doenças pós-colheita: frutas e hortaliças. Resumo, 1º Reunião Brasileira sobre Indução de resistência em plantas contra fitopatógenos. Piracicaba, SP. 2002. pp. 29-31.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Manual de Fitopatologia. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 774p.

IACOMI-VASILESCU, B. et al. In vitro fungicide sensitivity of *Alternaria* species pathogenic to crucifers and identification of *Alternaria brassicicola* field isolates highly resistant to both dicarboximides and phenylpyrroles. **Crop Protection**, v.23, p.481-488, 2004.

LEITE, R.M.V.B.C.; AMORIM, L. Influência da temperatura e do molhamento foliar no monociclo da

mancha de *Alternaria* em girassol. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.193-200, 2002.

MORANDIR, M.M.B. Avanços no controle biológico de doenças em pós-colheita. Anais, 2º Simpósio de controle de doenças de plantas, Lavras, MG. 2002. p. 71-78.

PRUSKY, D. et al. The level of quiescent infection of *Alternaria alternata* in mango fruits at harvest determines the postharvest treatment applied for the control of rots during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.25, p.339-347, 2002.

PRUSKY, D., BASAK, M.; BEN-ARIE, R. Development, persistence, survival and strategies for control of thiabendazole-resistant strains of *Penicillium expansum* pome fruits. **Phytopathology**, v.75, p.877-882, 1985.

REUVENI, M.; SHEGLOV, D. Effects of azoxystrobin, difenoconazole, polyoxin B (polar) and trifloxystrobin on germination and growth of *Alternaria alternata* and decay in red delicious apple fruit. **Crop Protection**, v.21, p.951-955, 2002.

ROTEM, J. **The genus Alternaria: biology, epidemiology and pathogenicity**. St. Paul: APS Press, 1994.

TERAO, D. **Estratégia de controle de podridões em frutos de meloeiro**. 2003. 144f (Doutorado em Fitopatologia) – UFRPE, Recife

ZACARÍAS, L. Etileno. In: AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. (Ed.). **Fisiologia e bioquímica vegetal**. [S.l.]: McGraw-Interamericana, 1993. p.343-356.

ZAMBOLIM, L. et al. Controle das doenças em pós-colheita de frutos tropicais. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: UFV, 2002. p.443-500.