

REFRIGERAÇÃO ASSOCIADA À SANITIZAÇÃO NO CONTROLE INTEGRADO DA PODRIDÃO EM MELÃO

Daniel Terao

Pesquisador da Embrapa Semi-árido, Rodovia BR 428, Km 152 - Zona Rural, Petrolina -PE, e-mail: daniel.terao@cpatsa.embrapa.br

Sônia Maria Alves de Oliveira

Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, e-mail: s.oliveira@depa.ufrpe.br

Francisco Marto Pinto Viana

Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra Sara Mesquita, 2270 - Planalto do Pici/Fortaleza - CE, e-mail: fmpviana@cpat.embrapa.br

Darcy Mayra Furtado Gondim

Doutoranda em Bioquímica da Universidade Federal do Ceará, Av. da Universidade, 2853 - Benfica - Fortaleza - CE, e-mail: darcy_mayra@yahoo.com.br

RESUMO - A refrigeração é o processo físico mais indicado para prolongar a vida pós-colheita de frutos, além de suprimir o desenvolvimento de patógenos. Atualmente, grande atenção tem sido dada aos métodos alternativos buscando reduzir o uso de agroquímicos. Uma das alternativas são os sanitizantes, que apresentem efeito no controle de doenças em pós-colheita. Neste trabalho avaliou-se a eficiência da refrigeração associada a sanitização com o dióxido de cloro (ClO_2) no controle de *Fusarium pallidoroseum* em melão. O desenvolvimento do patógeno (crescimento micelial e esporulação) foi avaliado sob oito temperaturas (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40° C) e na dosagem de 10 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ de ClO_2 , in vitro, constatando-se que o melhor desenvolvimento de *F. pallidoroseum* ocorreu na temperatura de 30° C, sendo que as temperaturas de 10° C e 40° C inibiram totalmente o patógeno, apesar de não serem letais, e o ClO_2 reduziu 37,02 % a esporulação em relação a testemunha. Em outro ensaio, melões foram tratados com o ClO_2 na dosagem de 10 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, inoculados com uma suspensão de 10⁷ conídios/mL de *F. pallidoroseum* e armazenados em três ambientes: temperatura ambiente (29 ± 1 °C); refrigerado (10 ± 2 °C) por 16 dias + nove dias em temperatura ambiente; e refrigerado 28 dias, avaliando-se incidência e severidade. A refrigeração inibiu, de maneira geral, o desenvolvimento dos sintomas. Em armazenamento refrigerado observou-se redução de 54 % na incidência e severidade da doença em frutos tratados com dióxido de cloro. Na temperatura ambiente, a inibição foi apenas na incidência, ao redor de 14%, em relação à testemunha. Concluiu-se que o ClO_2 associado a refrigeração pode contribuir de maneira eficiente no controle integrado de doenças em pós-colheita de melão.

Palavras-chave: *Cucumis melo*, *Fusarium pallidoroseum*, dióxido de cloro, pós-colheita.

THE REFRIGERATION ASSOCIATED TO SANITIZING ON THE INTEGRATED CONTROL OF POSTHARVEST ROT IN MELON

ABSTRACT - The refrigeration is considered the most recommendable physical process to extend the shelf-life of fruits further control pathogens development. The demand for alternative postharvest disease management practices that could reduce consumer and environmental risks has increased in recent years like the use of sanitation products. The aim of this work was to evaluate the efficacy of chlorine dioxide associated with refrigeration on the control of *Fusarium pallidoroseum*. The effect of 8 different temperatures (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 °C) on the pathogen development and the effectiveness of chlorine dioxide to control *F. pallidoroseum* were evaluated. The best performance was obtained at 30 °C. The temperatures of 10 °C and 40 °C inhibited completely the mycelial growth and sporulations, in spite of don't be lethal for *F. pallidoroseum* that recover its normal development when transferred to room temperature. Melons were treated with chlorine dioxide at 10 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Inoculums contained 10⁷ conidia/mL were applied onto wound on fruit surface and then stored in three different environment: room temperature (29 ± 1 °C), low temperature (10 ± 2 °C) during 16 days and low temperature during the whole time, evaluating every other day the incidence and severity during 28 days. The refrigeration inhibited the lesion development. Under refrigeration chlorine dioxide reduced 54 % of incidence and severity, while at room temperature just around 14 % of incidence comparing to control. Chlorine dioxide associated to refrigeration may contribute in an efficient way to integrated control of postharvest disease in melon.

Key words: *Cucumis melo*, *Fusarium pallidoroseum*, chlorine dioxide, postharvest.

INTRODUÇÃO

Na última safra, 2005/2006, a exportação do melão apresentou um aumento expressivo. Foi a segunda fruta mais exportada com crescimento em volume (44%) e em valor (26%). A produção apresentou um aumento de 20% para suprir o mercado (FRUTSÉRIES, 2006).

Apesar disso, o volume exportado ainda é baixo em virtude das perdas, dentre elas aquelas em pós-colheita. Dentre os inúmeros fatores que influem nessas perdas destacam-se as doenças em pós-colheita (BENATO *et al.*, 2001; BENATO, 1999).

Dentre essas doenças em pós-colheita, destaca-se no meloeiro a podridão causada por *Fusarium pallidorozeum*, cuja infecção ocorre ainda no campo, na região do corte do pedúnculo. Mesmo após a transferência para a câmara fria, este fungo continua a sua patogênese, podendo destruir totalmente o fruto ou causar lesões que afetam sua comercialização (Gadelha, 2002).

O mercado internacional sinaliza que cada vez mais será valorizado o aspecto qualitativo e o respeito ao meio ambiente na produção de qualquer produto. Buscando aumentar a competitividade da fruticultura brasileira, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) criou o Programa de Produção Integrada de Frutas (ANDRIGUETO & KOSOSKI, 2003).

O manejo integrado de doenças tornou-se componente fundamental da produção integrada, buscando produzir com qualidade, utilizando-se métodos alternativos para reduzir o uso de agroquímicos, menos tóxicos quando necessários, com o objetivo de minimizar a contaminação ambiental, visando a preservação da saúde da população e a sustentabilidade do sistema (ZAMBOLIM, 2002).

A refrigeração é o processo físico mais indicado para prolongar a vida pós-colheita de frutas além de suprimir o desenvolvimento de podridões (BENATO *et al.*, 2001). Muitas vezes, as baixas temperaturas isoladamente são insuficientes para um controle adequado das doenças, havendo necessidade do emprego de métodos suplementares (GHINI & BETTIOL, 1995).

Atualmente, tem sido dada atenção ao uso de produtos sanitizantes, que apresentem efeito no controle de doenças pós-colheita, sem risco à saúde humana. O cloro, na forma de hipoclorito, microbicida é amplamente utilizado como desinfetante e sanitizante. Porém, seu uso está diminuindo devido ao potencial perigo que os

produtos das reações de cloração (trihalometanos) podem causar à saúde humana, além da rápida perda da ação fungistática na presença de substâncias orgânicas que modificam o pH da solução. Por isso, alternativas para o uso do hipoclorito vêm sendo estudadas, entre as quais, o dióxido de cloro (ClO₂). Este produto é aprovado pela Food and Drug Administration (FDA, CFR 173.300/ CFR 1781010) para uso na potabilização da água e na lavagem de frutas e hortaliças reconhecidas como um sanitizante seguro, mais estável e não corrosivo (MARI *et al.*, 1999).

O dióxido de cloro apresenta as seguintes vantagens: ser efetivo em pH neutro, desinfetante em meio ácido, não ser oxidante, mais solúvel que o cloro e não formar compostos halometanos. O dióxido de cloro é um efetivo agente antimicrobiano, bactericida, fungicida, algicida, com propriedades desodorizantes e descorantes. Possui propriedade de oxigenação sem cloração, destruindo os microrganismos, reagindo com a estrutura da célula, ocorrendo um desequilíbrio próprio e acelerando o metabolismo em prejuízo do crescimento celular, além de não desenvolver formas resistentes (DEGANI, 1975).

Diante do problema de podridões em melão e buscando uma nova alternativa de controle, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da refrigeração associada à sanitização com o dióxido de cloro no controle integrado de *F. pallidorozeum* em pós-colheita de melão.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em duas etapas, sendo a primeira, o estudo sobre a influência da temperatura e do dióxido de cloro no desenvolvimento do *F. pallidorozeum in vitro* e, a segunda, a avaliação da influência da refrigeração e o efeito sanitizante de dióxido de cloro no controle da podridão pós-colheita em melão.

Influência da temperatura e do dióxido de cloro sobre *Fusarium pallidorozeum in vitro*

Discos de BDA (batata-dextrose-água) contendo estruturas fúngicas (5 mm), provenientes de cultura de sete dias de incubação de *F. pallidorozeum*, foram repicados para o centro de placas de Petri contendo meio BDA. Em seguida, foram incubadas em incubadora BOD em oito diferentes temperaturas (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C), sob escuro contínuo. Avaliou-se, diariamente, o crescimento micelial durante sete

dias, com o auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se o diâmetro da colônia em dois sentidos diametralmente opostos. Após o período de sete dias de incubação, avaliou-se a esporulação, adicionando-se 20 mL 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 o hemacitômetro tipo Neubauer. O delineamento estatístico usado foi inteiramente casualizado com 10 repetições.

No estudo do efeito de dióxido de cloro no desenvolvimento de *F. pallidorozeum*, depositou-se no centro das placas de Petri contendo dióxido de cloro a 10 $\mu\text{g mL}^{-1}$ diluído em meio BDA fundente, disco da colônia fúngica, avaliando-se da mesma forma o crescimento micelial e a esporulação do fungo, comparativamente com a testemunha constituída de placas de Petri com o fitopatógeno em meio BDA sem o produto.

Efeito do dióxido de cloro e refrigeração no manejo de *Fusarium pallidorozeum* em melões cv Orange flesh.

Melões tipo Orange, cv Orange Flesh, provenientes do Agropolo Assú-Mossoró, foram lavados com água e sabão. A seguir, os frutos foram tratados por meio da imersão em solução de dióxido de cloro na dosagem de 10 $\mu\text{g mL}^{-1}$, durante um minuto. Em seguida, foram inoculados, com o auxílio de uma pipeta automática, depositando-se uma gota da suspensão de conídios de *F. pallidorozeum* na concentração de 10^7 conídios/mL em quatro ferimentos, realizados com auxílio de estilete, previamente flambado, na epiderme do fruto. Posteriormente, os frutos foram acondicionados em caixas de papelão e incubados durante 36 horas em câmara úmida à temperatura de $(29 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C})$. Decorrido esse período, os frutos foram retirados da câmara úmida, separados aleatoriamente em três lotes, sendo cada lote composto de seis caixas correspondendo aos dois tratamentos (testemunha, dióxido de cloro) com três repetições/tratamento. Os frutos testemunha foram apenas lavados e inoculados com o

fitopatógeno. Estes foram armazenados em três condições ambientais: o primeiro lote em temperatura ambiente ($29 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$) e umidade relativa de $65 \pm 2 \%$; o segundo em câmara fria ($10 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) e umidade relativa $90 \pm 3\%$ por 16 dias sendo em seguida armazenado em temperatura ambiente durante nove dias (simulando o período de permanência em porões refrigerados em transporte marítimos entre Brasil e Europa, e o período de vida de prateleira durante a distribuição); e o terceiro em câmara fria até o final do experimento, durante 28 dias. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2x3) com três repetições, sendo a unidade experimental correspondente a uma caixa com quatro frutos, totalizando 12 frutos/repetição.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: incidência, severidade, por meio de escala de notas e do tamanho de lesão, a cada dois dias, durante 28 dias após a inoculação. As avaliações de severidade da doença foram feitas utilizando-se escala de notas de 0 a 5, em que 0= ausência de lesão; 1= soma de lesões até 10 mm; 2= soma de lesões de 11 a 20 mm; 3= soma de lesões de 21 a 40 mm; 4= soma de lesões de 41 a 60 mm; e 5= soma de lesões maiores que 60 mm e o tamanho da lesão pela média de duas medidas da lesão em sentidos opostos, com o auxílio de uma régua milimetrada. A avaliação da incidência foi feita pela contagem do número de lesões em cada fruto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Influência da temperatura e do dióxido de cloro sobre *Fusarium pallidorozeum*, *in vitro*.

Constatou-se que houve diferença significativa no efeito das diferentes temperaturas testadas sobre o desenvolvimento de *F. pallidorozeum*. Por meio da análise da equação de regressão, observou-se que temperatura ao redor de $30 \text{ }^\circ\text{C}$ propiciou o melhor crescimento micelial e esporulação, sendo que as temperaturas de $10 \text{ }^\circ\text{C}$ (mínima) e $40 \text{ }^\circ\text{C}$ (máxima) inibiram totalmente o seu crescimento (Figura 1).

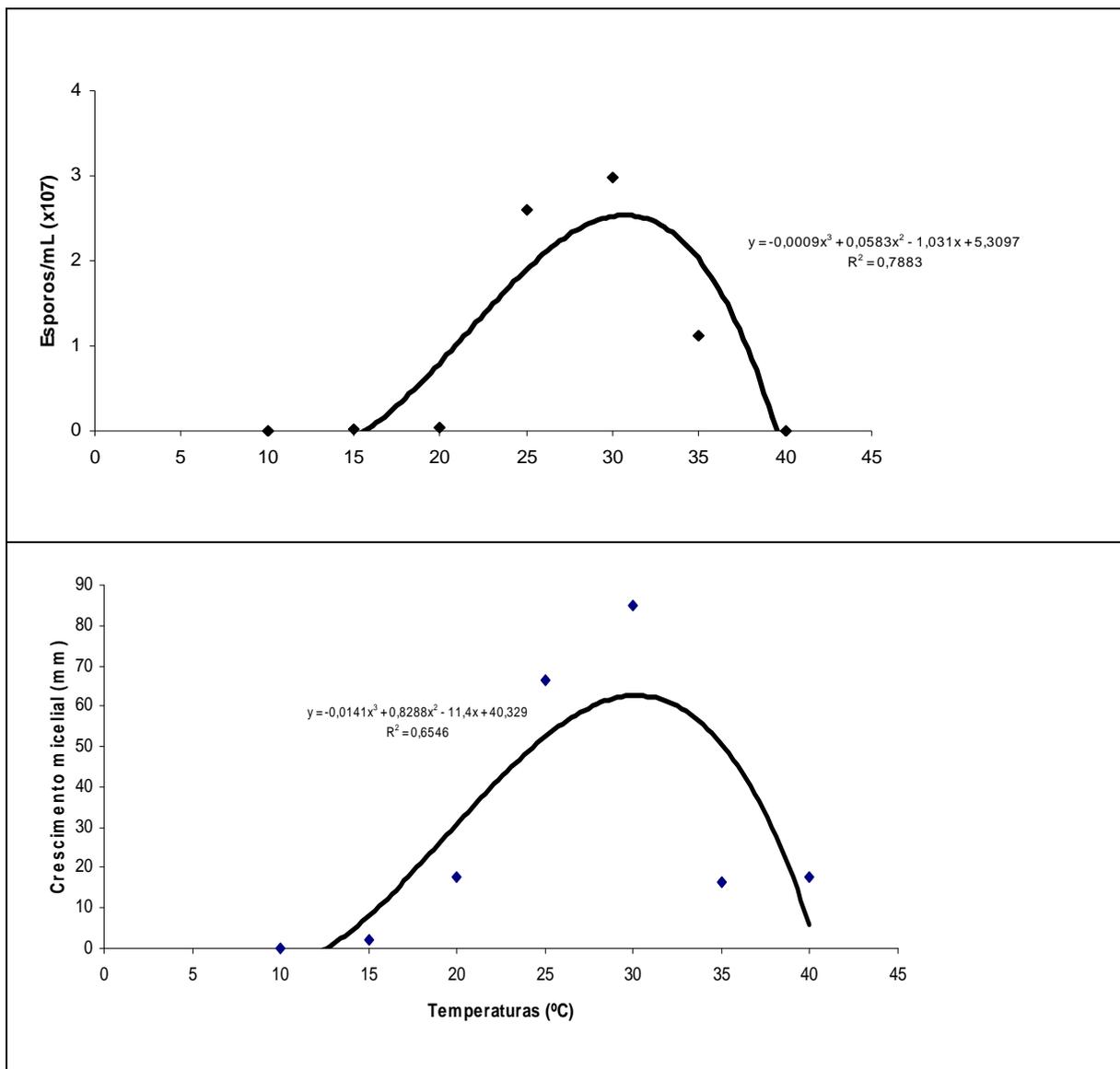
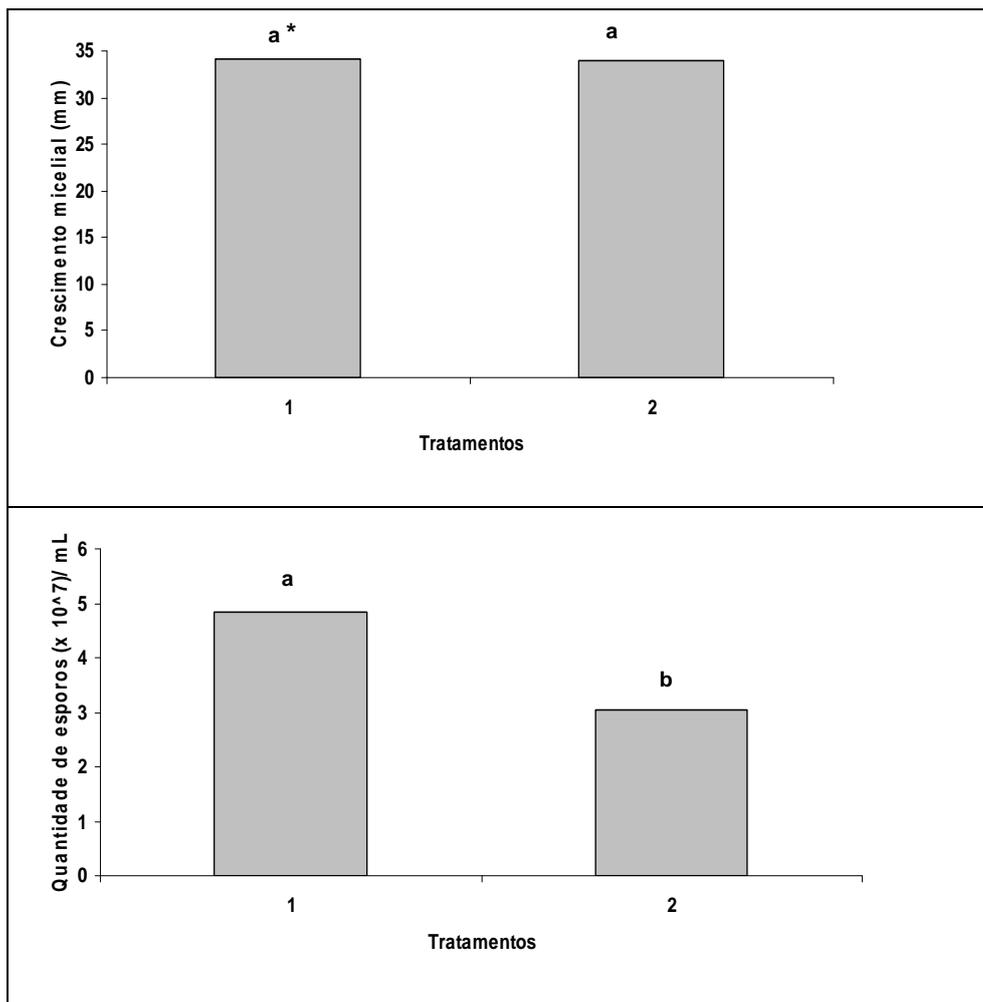


Figura 1 – Influência da temperatura no crescimento micelial e na esporulação de *Fusarium pallidoroseum*, após sete dias de de incubação à temperatura ambiente de 29 ± 1 °C.

No entanto, essas temperaturas não foram letais ao fungo, que retomou seu desenvolvimento normal ao ser colocado na temperatura ambiente (29 ± 1 °C). O dióxido de cloro, apesar de não

interferir no crescimento micelial, reduziu 37,02% da esporulação em relação à testemunha, diferindo estatisticamente da mesma (Figura 2).



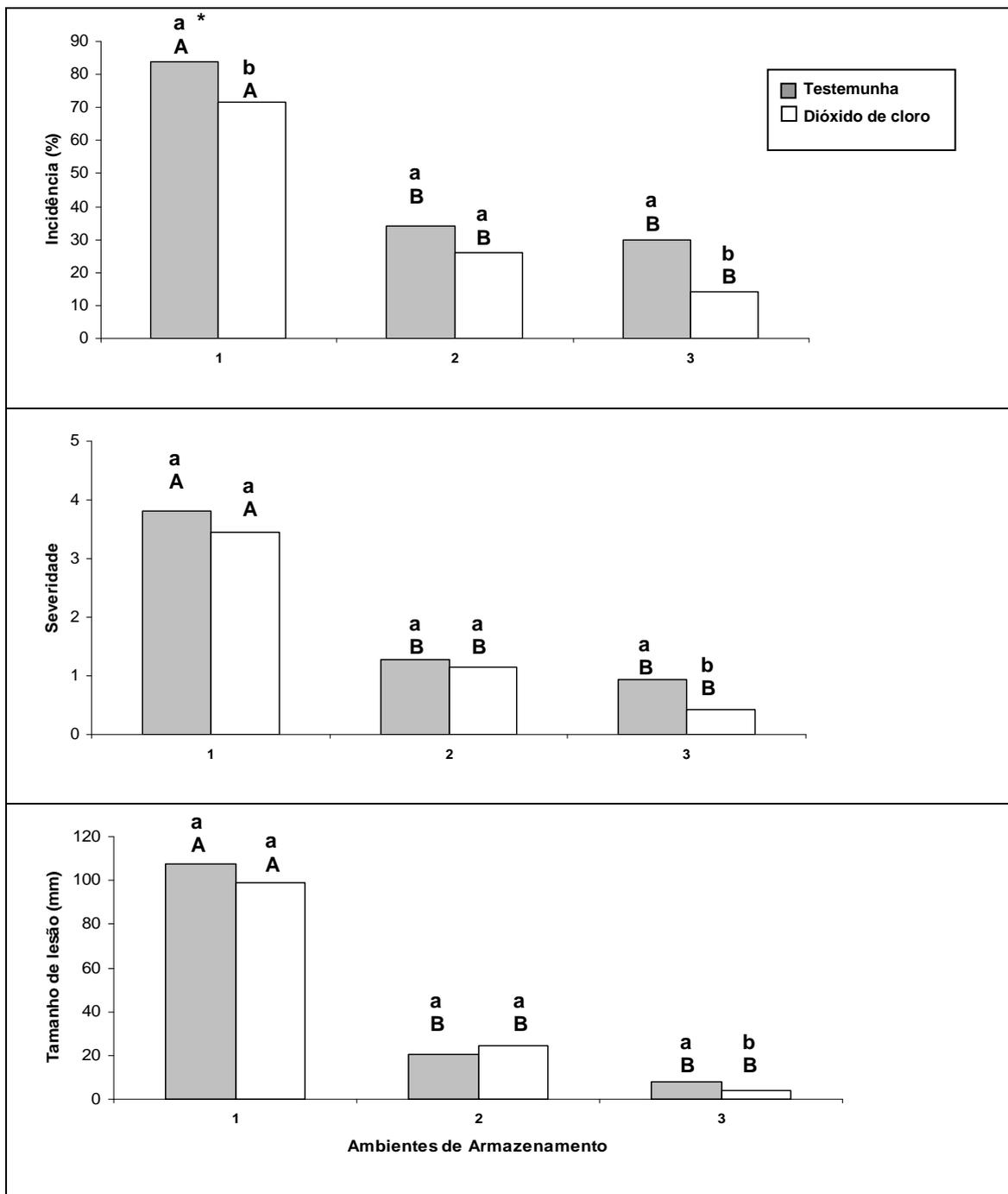
* Colunas com médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 2 – Efeito de dióxido de cloro no crescimento micelial e esporulação de *Fusarium pallidorozeum*, após sete dias de incubação à temperatura ambiente de 29 ± 1 °C. 1= Testemunha; 2= Dióxido de cloro.

Efeito do dióxido de cloro e refrigeração no manejo de *Fusarium pallidorozeum* em melões cv Orange flesh

A refrigeração (10°C) inibiu, de maneira geral, o desenvolvimento dos sintomas. Em todas as variáveis avaliadas os frutos em refrigeração, independente do período de armazenamento diferiram dos frutos em temperatura ambiente

(Figura 3). Em frutos tratados com o dióxido de cloro em armazenamento refrigerado observou-se redução de 54% na incidência, severidade, enquanto em temperatura ambiente, houve inibição apenas da incidência, em torno de 14% em relação à testemunha. Quanto à severidade, apenas em ambiente refrigerado o tratamento com dióxido de cloro diferiu da testemunha.



* Médias seguidas da mesma letra, minúscula dentro do mesmo ambiente e maiúscula entre ambientes de armazenamento, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Figura 3 – Efeito de dióxido de cloro em diferentes ambientes de armazenamento no desenvolvimento de podridão em melão causada por *Fusarium pallidoroseum*. 1= temperatura ambiente; 2 = refrigeração durante 16 dias e nove dias em temperatura ambiente; 3= refrigeração durante 28 dias.

A refrigeração associada ao tratamento com o dióxido de cloro manteve baixo, o nível de severidade da doença ao redor de 1 até o final das avaliações, contrastando significativamente com os

frutos não tratados em temperatura ambiente, onde houve rápida evolução dos sintomas já nos primeiros dias após a inoculação (Figura 4).

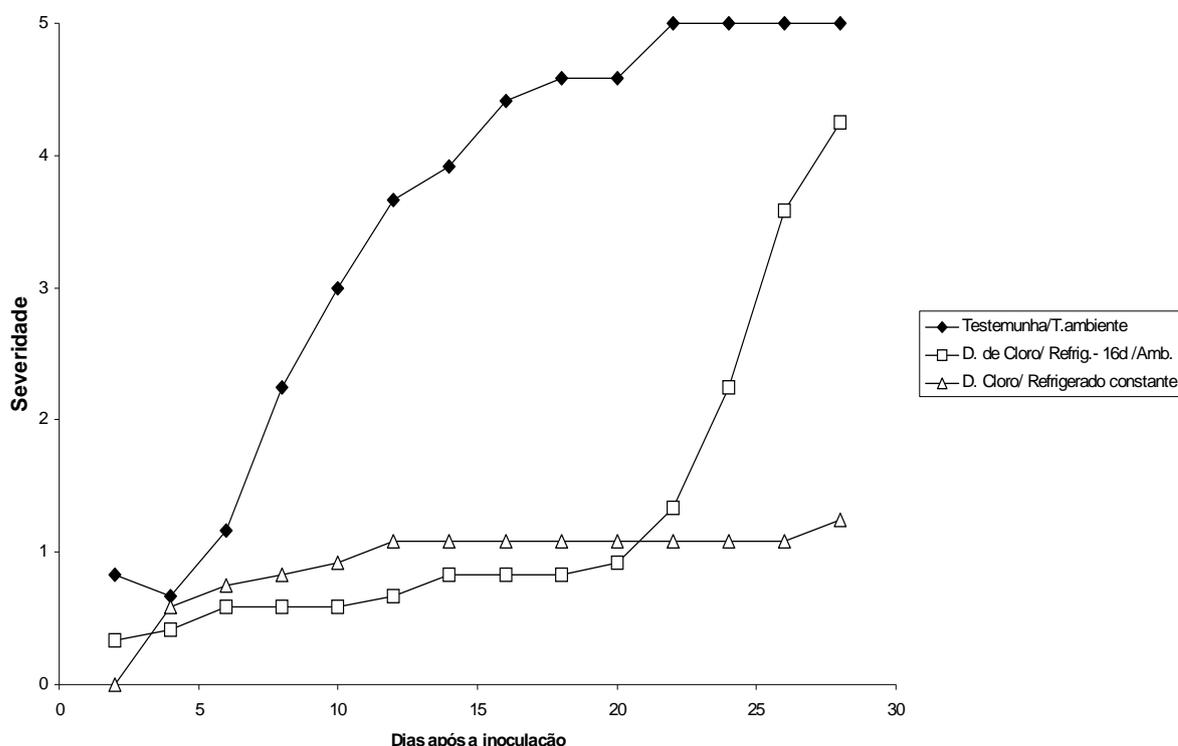


Figura 4 – Comparação de frutos de meloeiro tratados com dióxido de cloro e armazenados em duas condições de refrigeração: refrigerado durante 16 dias e o restante em temperatura ambiente; refrigerado durante todo o período de armazenamento, com relação à testemunha armazenados à temperatura ambiente, na severidade da podridão causada por *Fusarium pallidoroseum*

Os frutos armazenados em ambiente refrigerado durante 1 dia, mantiveram o nível baixo de severidade, ao redor de 1, até o quarto dia adicional em temperatura ambiente (20 dias após a inoculação), a partir de então, houve evolução normal dos sintomas chegando a valores próximos da testemunha no final da avaliação.

De acordo com Benato *et al.* (2001), a temperatura baixa no armazenamento retarda e suprime o desenvolvimento de patógenos, mas com a transferência dos frutos para as condições ambiente, os patógenos retomam o crescimento. Além disso, quanto mais rápido após a colheita for aplicado o pré-resfriamento, maior o efeito da temperatura de armazenamento no controle do desenvolvimento da lesão.

Existem na literatura diversas citações de uso de dióxido de cloro no controle de diversos patógenos em pós-colheita, tais como *Botrytis cinerea*, *Mucor piriformis* e *Penicillium expansum* (SPOTTS & PETERS, 1980); bem como no

controle de bactérias e fungos em diversas frutas, como pêra, pêssego e ervilhas (WELCH & FOLINAZZO, 1959; SPOTTS & PETERS, 1980; SOZZI & GORINI, 1982; ROBERTS & REYMOND, 1994). Além disso, tem-se observado que concentrações biologicamente ativas de dióxido de cloro podem contribuir de maneira eficaz na água de lavagem de frutos, reduzindo os níveis de conídios, dispensando a utilização de pesticidas (MARI *et al.*, 1999), podendo, também contribuir efetivamente na degradação de defensivos em frutas frescas, tal como o mancozeb, reduzindo a quantidade de resíduos químicos (HWANG *et al.*, 2001).

Portanto, nas condições de exportação de frutos para a Europa, o tratamento com dióxido de cloro poderá auxiliar no controle de doenças em pós-colheita, no entanto é necessário associá-lo a outras medidas mais eficazes contra o patógeno para garantir o controle de doença.

CONCLUSÕES

- A refrigeração inibiu, de maneira geral, o desenvolvimento dos sintomas de *F. pallidoroseum* em melão.
- O dióxido de cloro contribuiu de maneira eficiente no controle integrado de *F. pallidoroseum*, reduzindo em 54% a incidência e severidade da doença, quando associado à refrigeração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETTO, J. R.; KOSOSKI, A.K. Alavanca para exportação. Revista Cultivar – Hortaliças e Frutas, Pelotas, v.4, p.19-21, 2003.
- BENATO, A. E. Controle de doenças de pós-colheita em frutas tropicais. Summa Phytopathologica, Piracicaba, v.25, p.90-93, 1999.
- BENATO, A. E., CIA, P.; SOUZA, N. L. Manejo de doenças de frutas pós-colheita. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v.9, p.403-440, 2001.
- DEGANI. Divisão Química. Anthium dioxide. Porto Alegre, 1975. (Boletim, D30).
- FRUTISÉRIES 2, Ceará, Melão. **Produtores de melão se mobilizam para garantir a produtividade.** Brasília, abril de 2006. Disponível em <http://www.todafruta.com.br/todafruta>. Acesso em 08 de dez. 2006.
- GADELHA, J.C. **Controle preventivo e curativo da podridão pós-colheita de frutos de melão com produto alternativo.** 2002. 37f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle físico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds). Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Ceres. 1995. v.1, p.787-803.
- HWANG, E. S.; CASH, J. N.; ZABIK, M. J. Postharvest treatment for the reduction of mancozeb in fresh apples. Journal of Agricultural and Food Chemistry, New York, v.49, p.3127-3132, 2001.
- MARI, M.; CEMBALI, T.; BARALDI, E.; CASALINI, L. Peracetic acid and chlorine dioxide for postharvest control of *Monilinia laxa* in stone fruits. Plant Disease, St. Paul, v.83, p.773-776, 1999.
- ROBERTS, R. S.; REYMOND, S. T. Chlorine dioxide for reduction of postharvest pathogen inoculum during handling of tree fruits. Applied Environmental Microbiology, New York, v.60, p.2864-2868, 1994.
- SOZZI, A.; GORINI, F. L. Il biossido di cloro per prevenire I marciumi delle pesche. Annual IVTPA, Milão, v.13, p.117-122, 1982.
- SPOTTS, R. A.; PETERS, B. B. Chlorine and chlorine dioxide for control of d'Anjou pear decay. Plant Disease, St. Paul, v.64, p.1095-1097, 1980.
- WELCH, J. L.; FOLINAZZO, J. F. Use of chlorine dioxide for cannery sanitation and water conservation. Food Technology, Chicago, v.13, p.179-182, 1959.
- ZAMBOLIM, L. Patologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 2., 2002, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2002, p. 139-182.