



# Efeito de casca de camarão, hidrolisado de peixe e quitosana no controle da murcha de *Fusarium oxysporum* f.sp. *chrysanthemi* em crisântemo

Zayame Vegette Pinto<sup>1</sup>, Wagner Bettiol<sup>2</sup> & Marcelo Augusto Boechat Morandi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fitossanidade, Universidade Estadual Paulista - UNESP, 18618-000. Botucatu, SP, Brasil; <sup>2</sup>Embrapa Meio Ambiente, 138020-000, Jaguariúna, SP, Brasil

Autor para correspondência: Wagner Bettiol, e-mail: bettiol@cnpmembrapa.br

## RESUMO

O potencial de casca de camarão e hidrolisado de peixe incorporados ao substrato à base de casca de *Pinus* e da quitosana pulverizada nas plantas foi avaliado para o controle da murcha de *Fusarium* em crisântemo. A severidade da doença foi avaliada por uma escala de notas de 0 a 5, após 8, 12, 15 e 20 semanas do plantio nos experimentos com casca de camarão e hidrolisado de peixe. No ensaio com quitosana avaliou-se a severidade na 18ª semana após o plantio. O desenvolvimento das plantas e análises químicas e da atividade microbiana dos substratos foram avaliados. A casca de camarão suprimiu a doença e promoveu o crescimento da planta na concentração de 4%, porém na de 5% causou fitotoxicidade. A indução da supressividade pela casca de camarão foi, possivelmente, devido às alterações nas características físico-químicas e biológicas do substrato. Apesar disso, como a concentração ideal para o controle da doença e promoção de crescimento foi próxima da que causou fitotoxicidade, o seu uso deve ser com cautela. O hidrolisado não suprimiu a doença e a severidade foi diretamente proporcional à sua concentração no substrato. A quitosana gerou resultados variáveis, não sendo possível o estabelecimento de uma resposta padrão.

**Palavras-chave:** *Chrysanthemum morifolium*, supressividade, substratos, matéria orgânica, patógeno de solo.

## ABSTRACT

**Effects of shrimp peel, fish hydrolyzate and chitosan on control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* wilt of chrysanthemum**

The incorporation of shrimp peelings and fish hydrolyzate into a pine-bark container medium and an aerial spray of chitosan were investigated for the control of *Fusarium* wilt of chrysanthemum. Disease severity was evaluated by means of a six-category scale (0 – healthy plant to 5 – dead plant) at 8, 12, 15 and 20 weeks after planting in experiments with shrimp peelings and fish hydrolyzate, and after 18 weeks in the chitosan experiment. The total microbial activity of the container media was evaluated (by fluorescein diacetate hydrolysis), physicochemical attributes of the media were assessed, and plant growth components were measured. Incorporation of shrimp peelings into the pine-bark medium at 4% (v/v) suppressed wilt, but at 5% the plants exhibited symptoms of phytotoxicity and died. The suppression of *Fusarium* wilt was possibly due to physicochemical and biological changes in container medium induced by the shrimp peel. Given that the concentration which was phytotoxic was only slightly higher than the concentration which suppressed wilt and promoted plant growth, caution is needed in any use of shrimp peelings for wilt control. The fish hydrolyzate increased wilt severity as the concentration was increased. No consistent effects were found of chitosan applied to the aerial parts of the plant.

**Keywords:** *Chrysanthemum morifolium*, suppressiveness, plant growth media, organic residues, soil-borne pathogen.

## INTRODUÇÃO

O crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* L.) é uma das principais plantas ornamentais cultivadas no Brasil. Sua produção é limitada pela presença de *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* Littrell, G.M. Armstr. & J.K. Armstr. Esse patógeno é amplamente distribuído no solo e disperso pela água e/ou solo e por mudas infectadas, penetrando na planta de forma direta ou por ferimento. Depois de ocorrida a infecção, o sintoma tem início aproximadamente após oito dias, caracterizado pela murcha devido ao comprometimento

do transporte de seiva nos vasos do xilema colonizado pelo fungo (Bedendo, 1995; Freitas-Astúa et al., 2005).

O controle deste patógeno é difícil e não existe fungicida registrado, nem cultivares resistentes disponíveis no Brasil. Uma medida para o manejo da doença é o uso de fontes de matéria orgânica incorporadas ao substrato e/ou solo para a indução de supressividade. O estímulo à atividade microbiana, principalmente de antagonistas; produção de metabólitos; indução de resistência do hospedeiro; liberação de amônia, ácidos graxos voláteis e de seus componentes secundários, como o acetato, propionato, isobutirato, *n*-butirato e isovalerato (Adachi et al., 1987; Lin et al., 2005;

Lazarovits et al., 2005; Bautista-Baños et al., 2006; Franco & Oliveira Junior, 2008; Munõz et al., 2009) contribuem para a indução da supressividade de alguns patógenos, e tem potencial para o controle da murcha de *Fusarium*. Diversos resíduos da indústria pesqueira podem ser utilizados com essa finalidade, dentre eles o hidrolisado de peixe (obtido da fermentação de pescado e comercializado como fertilizante orgânico), a emulsão de peixe (obtida do processo de fervura de pescado), a carapaça de crustáceos (camarão, lagosta e caranguejo) que é moída e comercializada como farinha e seus subprodutos como a quitina (polissacarídeo com propriedades antimicrobianas que corresponde entre 15 a 20% do peso da carapaça de crustáceo) ou da quitosana (forma desacetilada da quitina formando um polímero biodegradável) (Rhoades & Roller, 2000; Lazarovits et al., 2005; Bautista-Baños et al., 2006; Di Piero & Garda, 2008).

Essas fontes de matéria orgânica são relatadas controlando doenças causadas tanto por patógenos da parte aérea (Medeiros & Bettiol, 2005; Bautista-Baños et al., 2006; Di Piero & Garda, 2008) quanto pelos habitantes de solo (Abassi et al., 2004/2006; Domingues, 2006; Mattos, 2007; Visconti, 2008; Muñoz et al., 2009). Mattos (2007) e Visconti (2008) verificaram que o hidrolisado de peixe incorporado em substratos previamente infestados com *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3 e *Cylindrocladium spathiphylli* suprimiu efetivamente a murcha de *Fusarium* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) e a podridão de colo e raiz em espatífilo (*Spathiphyllum wallisi*), respectivamente. A incorporação de emulsão de peixe induziu a supressividade a *Pythium* e *Rhizoctonia solani* do pepino (*Cucumis sativus*) (Abassi et al., 2004), à murcha de *Verticillium dahliae* em berinjela (*Solanum melongena*) e de *Streptomyces* e *V. dahliae* em batata (*Solanum tuberosum*) (Abassi et al., 2006; Lazarovits et al., 2006). Mitchell (1963) e Adachi et al. (1987) comprovaram que a adição da quitina ao solo aumentou a população de antagonistas a várias espécies de *Fusarium*. Com a incorporação de 1% de casca de caranguejo-do-mangue no solo infestado com *Fusarium solani* f. sp. *piperis* verificou-se o aumento de 20% da sobrevivência da pimenteira-do-reino (*Piper nigrum*) e elevação da massa seca das plantas (Benchimol et al., 2006). A incorporação de quitina ao solo levou ao controle da podridão de raiz provocada por *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* durante as três primeiras semanas (Mitchell, 1962). Por outro lado, Borges Junior et al. (2000), imergindo sementes de tomate em quitosana, verificaram controle de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Para patógenos da parte aérea, Di Piero & Garda (2008) verificaram redução de mais de 50% na severidade de *Colletotrichum lindemuthianum* com a pulverização de quitosana em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Esse controle foi explicado pela ação antifúngica combinada com o aumento da atividade da glucanase nas folhas. Também Muñoz et al. (2009) observaram o controle de *Colletotrichum* sp. em tomate e uva (*Vitis vinifera*) com aplicação de quitosana.

A utilização desses resíduos na agricultura contribui para a sustentabilidade do sistema de produção, pois

combina disposição adequada de resíduos e ciclagem de nutrientes, considerando que são materiais que apresentam em sua composição macro e micronutrientes essenciais para as plantas. Dessa forma, num país rico em resíduos de crustáceos e pescado como o Brasil, essas fontes devem ser consideradas para o controle de doenças e como fonte de nutrientes de plantas. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o potencial da casca de camarão, do hidrolisado de peixe e quitosana na supressão da murcha de *F. oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* em crisântemo.

## MATERIAL E MÉTODOS

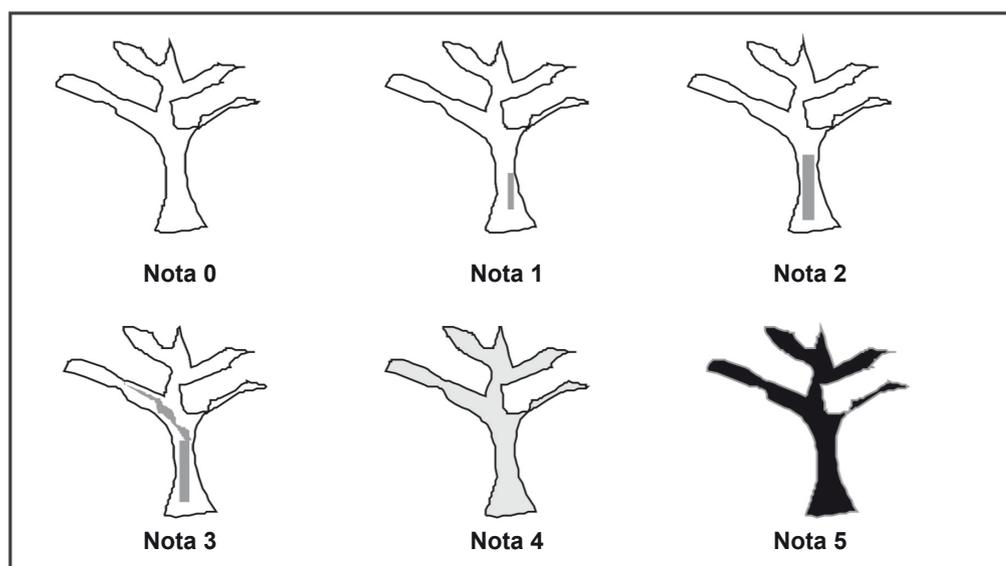
Para avaliar o efeito da casca de camarão moída e do hidrolisado de peixe (Tabela 1) os experimentos foram realizados em propriedade produtora de crisântemo tipo Bola-belga no município de Holambra SP com histórico de problemas com o patógeno. A casca de camarão foi avaliada incorporando-a ao substrato à base de casca de *Pinus Multiplant*<sup>®</sup> (pH 5,5; CE 0,6  $\mu$ S/cm) nas concentrações de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 % (v/v) com auxílio de betoneira. O hidrolisado de peixe foi incorporado ao mesmo substrato a base de casca de *Pinus* nas concentrações de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 % do volume de água necessário para atingir a capacidade de campo do substrato. No primeiro experimento o hidrolisado foi introduzido ao substrato contido em vasos de 3,3 L via irrigação por inundação e no segundo com auxílio de betoneira antes do enchimento dos vasos. Após 10 dias de incubação uma planta das variedades Papyrus White e Yellow Marino foi transplantada para cada vaso, exceto no experimento com casca de camarão que foi transplantada apenas a 'Papyrus White'. A infestação dos substratos ocorreu naturalmente via água de irrigação, na qual foi determinada a população total de *Fusarium oxysporum*, obtendo-se aproximadamente 10<sup>4</sup> UFC/mL. As plantas foram mantidas em casa de vegetação junto à produção comercial e receberam os mesmos tratamentos culturais. Na primeira semana após o plantio, a irrigação foi realizada com água e nas semanas subsequentes com adição da solução nutritiva [nitrito de cálcio 500g/1000L; NPK (5:30:15) 600g/1000L; sulfato de potássio 600g/1000L; sulfato de magnésio 250g/1000L e nitrito de amônio 250g/1000L]. A irrigação e/ou fertirrigação foi realizada de 3-4 vezes por dia. Durante as 10 primeiras semanas, as plantas foram mantidas em ambiente com regime de luz com mais de 15 h/dia para estimular o crescimento vegetativo (fase vegetativa) e nas 10 seguintes em ambiente com fotoperíodo menor do que 12 h/dia para indução de florescimento (fase generativa).

Transcorridas 8, 12, 15 e 20 semanas do plantio foi avaliada a incidência e a severidade da murcha de *Fusarium*. A severidade foi avaliada por meio de uma escala de notas proposta por Pinto & Bettiol (2006) (Figura 1). A confirmação da presença do patógeno nas plantas foi realizada pelo plaqueamento de fragmentos das hastes em meio de Komada (Komada, 1975), para posterior observação das estruturas do fungo e realização do teste

**TABELA 1** - Atributos químicos do hidrolisado de peixe e casca de camarão

Atributo	Hidrolisado de peixe (%)	Casca de camarão (g/kg)
N	1	5
P	2	25
Ca	1	166
Fe	0,25	-
Mn	0,05	-
Mo	0,01	-
C	18	-

Dados fornecidos pelas indústrias.



**FIGURA 1** - Escala de notas utilizada para avaliação da severidade da murcha de *Fusarium* em crisântemo pela sintomatologia no sistema vascular (Pinto & Bettiol, 2006). (0 = planta sadia, 1 = planta com os vasos da haste central levemente escurecido, 2 = planta com os vasos da haste central totalmente escurecido, 3 = planta com os vasos da haste central totalmente escurecido e pelo menos uma das hastes secundárias com vasos escurecidos, 4 = planta com sintoma de murcha e com todos os vasos escurecidos e 5 = planta morta).

de patogenicidade. Esse último foi realizado por meio da inoculação de mudas com 0,6 mL de suspensão contendo  $10^7$  conídios/mL de *Fusarium*, com auxílio de seringa e pela infestação do substrato com clamidósporos de *Fusarium* produzido em talco (Silva & Bettiol, 2005). Para os substratos tratados com casca de camarão foram avaliadas a altura da parte aérea, diâmetro da copa e número de ramos. Na décima segunda semana foram coletadas amostras do substrato para análise dos atributos químicos (Sonneveld & van Elderen, 1994) e da atividade microbiana por meio da hidrólise de diacetato de fluoresceína (Boehm & Hoitink, 1992; Ghini et al., 1998).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado e repetidos. Como os resultados foram semelhantes os dados foram agrupados para análises.

Para cada tratamento foram avaliados destrutivamente cinco vasos por época de avaliação, totalizando 20 vasos por tratamento. Os resultados de severidade foram transformados em área abaixo da curva do progresso da severidade (AACPS). As análises de variância e comparação de médias foram realizadas utilizando-se a função GLM do SAS (SAS, 1993) e as de regressão no Sigma Plot 10.0.

Para avaliar o potencial da quitosana no controle do patógeno foi conduzido um experimento em casa de vegetação na Embrapa Meio Ambiente. Em vaso de 3, 3L, contendo substrato à base de casca de *Pinus*, foi transplantada uma muda de crisântemo 'Papyrus White' e a quitosana foi pulverizada semanalmente na parte aérea da planta nas concentrações de 0, 25, 50, 100, 200 mg/L até a décima semana. Simultaneamente, desde o momento

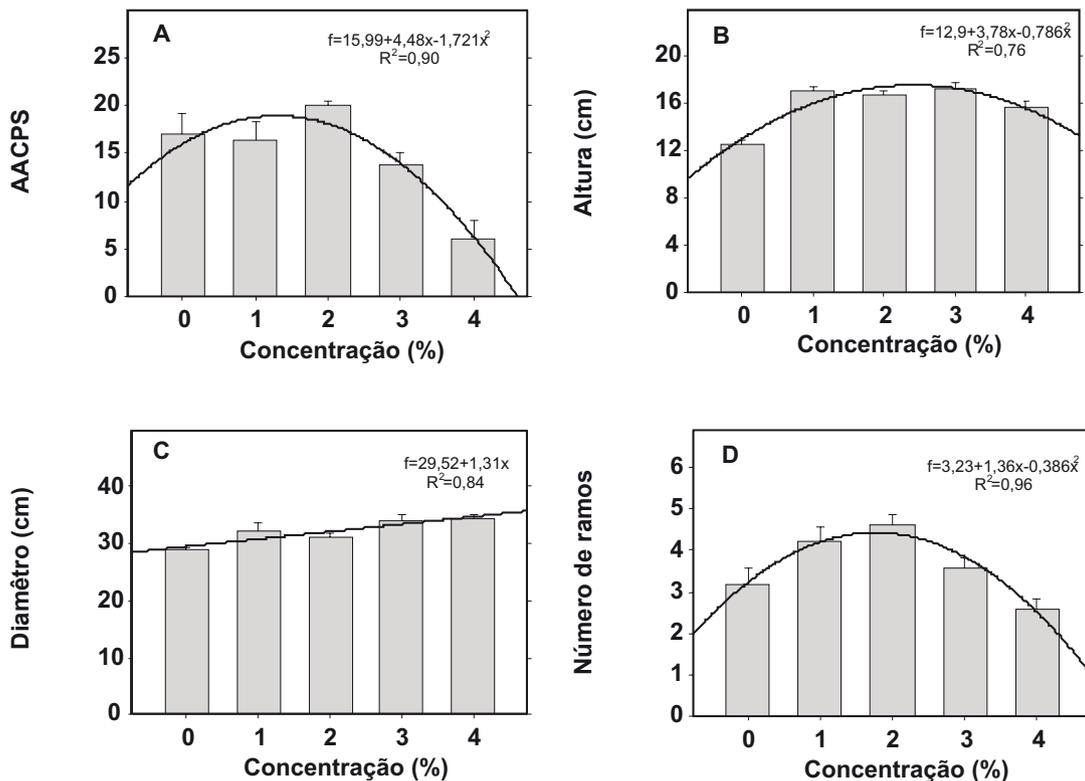
do plantio, o patógeno produzido em talco (Silva & Bettiol, 2005), foi introduzido semanalmente via água de irrigação ( $10^4$  UFC/g de substrato). A condução da cultura foi semelhante à descrita anteriormente e a avaliação foi realizada na 18ª semana. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 20 repetições por tratamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A casca de camarão suprimiu a doença na concentração de 4%, além de promover o crescimento da planta, porém na concentração de 5% houve morte das plantas por fitotoxicidade. Com a sua incorporação ao substrato verificou-se resposta quadrática da AACPS, com ponto de inflexão a partir de 2% (Figura 2A). O diâmetro das plantas foi diretamente proporcional à concentração da casca de camarão (Figura 2C). A altura teve resposta quadrática com ponto de inflexão em torno de 2,5%, sendo que, em todas as concentrações da casca de camarão, a altura das plantas foi superior à testemunha (Figura 2B). Para o número de ramos também se observou resposta quadrática com ponto de inflexão em 2% (Figura 2D).

A incorporação da casca de camarão reduziu o pH do substrato (variando entre 6,1 e 5,5), e aumentou a

condutividade elétrica de 0,5 a 1,9 dS/m (Tabela 2). Em relação aos nutrientes presentes no substrato, observou-se aumento considerável nas concentrações de nitrato, magnésio, cálcio, sódio, cloreto e fósforo (Tabela 2), podendo de acordo com Jones et al. (1990) estar relacionado com a supressividade ao patógeno. O aumento das frações de N-nitrato e N-amônia no substrato, conjuntamente com a liberação de ácidos graxos voláteis e, possível, estímulo de antagonistas (como por exemplo, actinobactérias) pode estar relacionado à supressão da doença na concentração de 4% conforme discutido por Lazarovits et al. (2005/2006); Tenuta & Lazarovits (2002) e Tenuta et al. (2002) para outros materiais orgânicos. O resíduo não interferiu na atividade microbiana medida pela hidrólise do FDA (Tabela 2). Portanto, essa característica apontada por Boehm & Hoitink (1992) e Chen & Hoitink (1988) como importante na indução da supressividade de substrato a fitopatógenos não foi influenciada pela casca de camarão ou o foi logo após a sua introdução no substrato, haja vista que essa análise foi efetuada na 12ª semana após a sua incorporação. Na concentração de 5% a casca de camarão causou a morte das plantas, com intensa fitotoxicidade no decorrer do experimento. A fitotoxicidade pode estar relacionada ao aumento da concentração de nitrogênio na forma de nitrato no substrato o qual manteve o valor de 234,7 mg/L mesmo após



**FIGURA 2** – A. Efeito da concentração (%) de casca de camarão incorporada ao substrato à base de casca de *Pinus* sobre a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da murcha de *Fusarium* em crisântemo, B. altura, C. diâmetro e D. número de ramos da planta. As barras são valores médios, acompanhadas de seu erro padrão. Na concentração de 5% de casca de camarão ocorreu a morte das plantas por fitotoxicidade.

**TABELA 2** - Efeito da casca de camarão nos atributos químicos do substrato à base de casca de *Pinus*, após 12 semanas de sua incorporação

Atributo	Concentração de casca de camarão % (v/v)					
	0%	1%	2%	3%	4%	5%
CE (dS/m)	0,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
pH	6,1	5,7	5,6	5,6	5,5	6,1
N-Nitrato(mg/L)	27,3	148,9	147,9	134,6	108,1	234,7
N- amônia (mg/L)	1,6	3,8	5,6	4,9	3,5	2,4
Fósforo (mg/L)	9,4	17,3	19,7	17,4	22,0	21,1
Potássio (mg/L)	67,8	99,9	67,8	75,1	58,9	129,6
Enxofre (mg/L)	29,1	40,3	30,3	30,8	24,5	25,1
Cálcio (mg/L)	20,0	67,2	66,0	67,8	69,7	109,0
Magnésio (mg/L)	12,0	53,1	50,6	45,9	43,8	67,5
Cloreto (mg/L)	< 0,01	0,4	0,7	0,4	0,4	1,8
Sódio(mg/L)	25,1	43,6	47,6	33,7	33,0	48,9
Boro (mg/L)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Cobre(mg/L)	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
Ferro (mg/L)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1
Manganês (mg/L)	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
Zinco (mg/L)	0,05	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02
FDA( $\mu$ g/g substrato/min)	3,40	3,37	3,40	3,46	3,40	2,90

Análises segundo Sonneveld & van Elderen (1994).

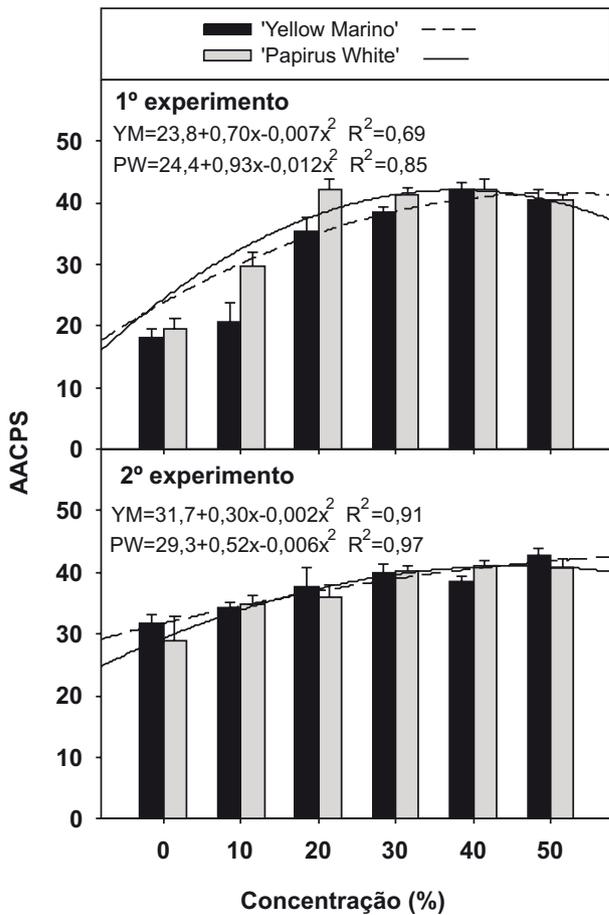
12 semanas, possivelmente, atingindo valores superiores nas primeiras semanas (Tabela 2). Este valor representa de 1,5 a 2 vezes mais que nos demais tratamentos e 8,5 vezes mais nitrato em relação à testemunha. Domingues (2006) também constatou problema de fitotoxicidade em gengibre (*Zingiber officinale*) cultivados em solos tratados com 20% de casca de camarão, devido ao excesso de nitrogênio do material. Possivelmente, a supressividade observada no substrato tratado com casca de camarão foi devido à combinação das alterações nas características químicas e biológicas e não a apenas uma variável analisada (Bettiol & Ghini, 2005).

Como no presente trabalho, Benchimol & Sutton (2002), Benchimol et al. (2006) e Domingues (2006) comprovaram o potencial de casca de crustáceos na indução de supressividade e redução da severidade da murcha causada por *F. solani* f. sp. *piperis* e por *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* com aplicação de casca de caranguejo e de camarão, respectivamente. Além disso, esses autores verificaram aumento da massa da pimenteira-do-reino e do gengibre. Porém, neste trabalho a concentração de casca de camarão que reduziu a severidade da murcha e promoveu o crescimento em crisântemo foi muito próxima da que causou fitotoxicidade (4 e 5 %, respectivamente).

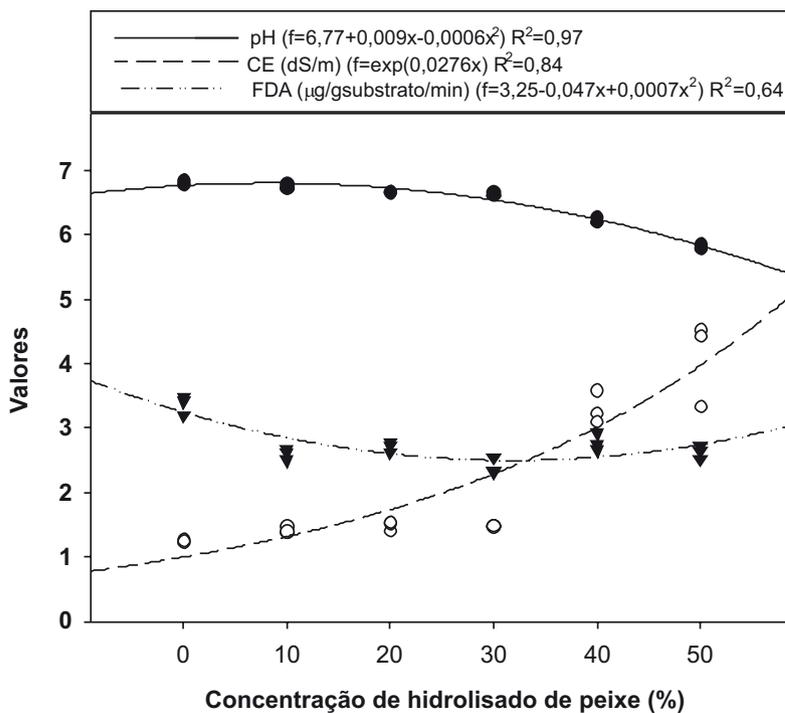
O hidrolisado de peixe não induziu supressividade à doença, sendo que a severidade aumentou com a sua concentração no substrato, em resposta quadrática com ponto de inflexão em torno da concentração de 40% (Figura 3). A incidência foi de 100% em todos os tratamentos, desde a primeira época de avaliação, o que demonstra o alto potencial de inóculo no sistema de irrigação. Resultados semelhantes foram obtidos por Abbasi et al. (2006) em solos com alta pressão de inóculo no qual a emulsão de

peixe não controlou *Verticillium* spp. e *Streptomyces* spp. Um aspecto importante a ser considerado no presente trabalho é que o patógeno foi introduzido continuamente no substrato, uma vez que estava presente no sistema de irrigação. Porém, Visconti (2008) e Mattos (2007) verificaram a supressão de *Cylindrocladium spathiphylli* em espatifilo e de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* em tomateiro, respectivamente, tratando os substratos com hidrolisado de peixe. Também Abassi et al. (2006) e Lazarovits et al. (2008) demonstraram o potencial de emulsão de peixe no controle de diversos patógenos habitantes do solo. Esses resultados sugerem que a eficiência do hidrolisado e da emulsão de peixe é dependente do patossistema e da concentração de inóculo. Uma das características importantes na indução da supressividade, a atividade microbiana avaliada pela hidrólise do FDA (Chen & Hointink, 1988; Lazarovits et al., 2008), foi pouco influenciada pelo hidrolisado de peixe, com tendência à redução com o aumento da concentração do hidrolisado (Figura 4). A condutividade elétrica do substrato teve resposta exponencial positiva com o aumento da concentração de hidrolisado, variando de 1,25 a 4,10 dS/m. Por outro lado, o pH reduziu de 6,8 para 5,8, em resposta quadrática, podendo essa característica estar relacionada com o efeito verificado sobre a doença, haja vista que a redução de pH pode beneficiar o patógeno (Figura 4).

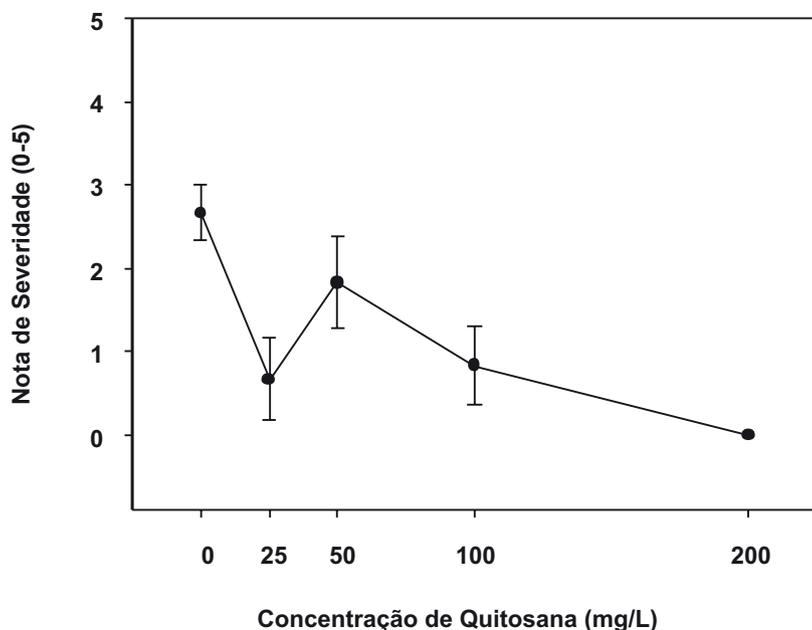
Os resultados obtidos com a quitosana foram muito variáveis nas repetições do ensaio, não sendo possível o estabelecimento de uma resposta padrão sobre a doença. Porém, verificou uma tendência de redução da severidade da doença com o aumento da concentração de quitosana, sendo que a concentração de 200 mg/L reduziu consistentemente a severidade da doença (Figura 5). Lin et al. (2005), Bautista-



**FIGURA 3** - Efeito de hidrolisado de peixe sobre a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) da murcha de *Fusarium* em duas cultivares de crisântemo (Papyrus White e Yellow Marino) em dois experimentos. No primeiro experimento o hidrolisado foi introduzido via irrigação por inundação do substrato contido em vasos; no segundo foi incorporado com auxílio de betoneira. As barras são valores médios, acompanhadas de seu erro padrão.



**FIGURA 4** - Efeito de hidrolisado de peixe no pH, condutividade elétrica (CE) e na atividade microbiana avaliada pela hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) em substrato à base de casca de *Pinus*.



**FIGURA 5** - Efeito da quitosana aplicada na parte aérea das plantas de crisântemo no controle da murcha de *Fusarium*. Os pontos representam valores médios, seguidos de erro padrão.

Banões et al. (2006) e Di Piero & Garda (2008) relataram que quitosana foi eficiente em controlar algumas doenças induzindo resistência na planta ou causando alteração morfológica no patógeno. Assim, é necessário que novos estudos sejam realizados com quitosana para determinar se existe possibilidade de controle da murcha do crisântemo utilizando concentrações maiores ou produtos com diferentes graus de acetilação e polimerização do que o utilizado nesse trabalho.

A indução da supressividade de substrato à murcha de *Fusarium* em crisântemo pela introdução de resíduos é uma técnica viável. Entretanto, verificaram-se respostas diferentes na indução da supressividade a doença em função do tipo de resíduo da indústria pesqueira utilizado. Os melhores resultados foram obtidos com a incorporação da casca de camarão, possivelmente devido às alterações físico-químicas e biológicas promovidas por essa fonte orgânica. Apesar disso, como a concentração ideal para o controle da doença e promoção de crescimento da planta foi muito próxima da que causou fitotoxicidade, a recomendação de seu uso deve ser feita com cautela.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores Zayame Vegette Pinto e Wagner Bettiol agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de bolsa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbasi PA, Conn KL, Lazarovits G (2004) Suppression of *Rhizoctonia* and *Pythium* damping-off of and cucumber seedlings

by additions of hydrolyzed to peat mix or soil. *Canadian Journal of Plant Pathology* 26:177-187.

Abbasi, PA, Conn, KL, Lazarovits, G (2006) Effect of fish emulsion used as a preplanting soil amendment on *Verticillium* wilt, scab, and tuber yield of potato. *Canadian Journal of Plant Pathology* 28:509-518.

Adachi K, Kobayashi M, Takahashi E (1987) Effect of application of lignin and/or chitin to soil inoculated with *Fusarium oxysporum* on the variation of soil microflora and plant growth. *Soil Science and Plant Nutrition* 33:245-260.

Bautista-Baños S, Hernandez-Lauzardo AN, Velazquez-Del Valle MG, Hernandez-Lopez M, Ait Barka E, Bosquez-Molina E, Wilson CL (2006) Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25:108-118.

Bedendo IP (1995) Doenças vasculares. In: Bergamin Filho A, Kimati H, Amorim L (Eds.) *Manual de Fitopatologia*. Vol. 1. 3. ed. São Paulo SP. Ceres. pp. 838-847.

Benchimol RL, Sutton JC (2002) Uso de casca de caranguejo no controle da fusariose e no desenvolvimento de mudas de pimenteira-do-reino. *Fitopatologia Brasileira* 28 (Supl.):346.

Benchimol RL, Sutton JC, Dias-Filho MB (2006) Potencialidade da casca de caranguejo na redução da incidência de fusariose e na promoção do crescimento de mudas de pimenteira-do-reino. *Fitopatologia Brasileira* 31:180-184.

Bettiol W, Ghini R (2005) Solos supressivos. In: Michereff SJ, Andrade DEGT, Menezes M (Eds.) *Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais*. Recife PE. Universidade Federal Rural de Pernambuco. pp. 125-152.

Boehm MJ, Hoitink HAJ (1992) Sustenance of microbial activity in potting mixes and its impact on severity of *Pythium* root rot of *Poinsettia*. *Phytopathology* 82:259-264.

Borges Junior A, Borges A, Gutierrez A, Paz-Lago D, Cabrera G,

- Fernandez M, Ramirez MA, Acosta A (2000) Tomato–*Fusarium oxysporum* interactions: I-chitosan and MSB effectively inhibits fungal growth. *Culture Tropical* 21: 13–16.
- Chen WD, Hoitink HAJ (1988) The role of microbial activity in suppression of damping-off caused by *Pythium ultimum*. *Phytopathology* 78:314-322.
- Di Piero RM, Garda MV (2008) Quitosana reduz a severidade da antracnose e aumenta a atividade de glucanase em feijoeiro-comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43:1121-1128.
- Domingues F (2006) Controle físico e biológico de *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* em gengibre. Dissertação de Mestrado. ESALQ, Universidade de São Paulo. Piracicaba SP.
- Freitas-Astúa J, Caldari Junior P, Giória R (2005) Doenças em plantas ornamentais. In: Kimati H, Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, Camargo LEA (Eds.) Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo SP. Ceres. pp.523-540.
- Ghini R, Mendes MDL, Bettiol, W (1998) Método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) como indicador da atividade microbiana do solo e supressividade de *Rhizoctonia solani*. *Summa Phytopathologica* 24:239-242.
- Jones JP, Engelhard AW, Woltz SS (1990) Management of *Fusarium* wilt of vegetables and ornamentals by macro-and microelement nutrition. In: Engelhard A (Eds.) Soilborne plant pathogens: Management of diseases with macro-and microelements. 2<sup>th</sup> Ed. Saint Paul MN. APS Press. pp. 18-32.
- Komada H (1975) Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soil. *Review of Plant Protection Research* 8:114-125.
- Lazarovits G, Abassi P, Conn K (2006) Managing soil agroecosystems for environmental and plant health: back to the future. *Summa Phytopathologica* 32:153-156.
- Lazarovits G, Conn KL, Abbasi PA (2005) Understanding the mode of action of organic soil amendments provides the way for improved management of soilborne plant pathogens. In: Vanachter A (Ed.) Proceedings, VI International Symposium on Chemical on Non-Chemical Soil and Substrate Disinfestation. pp. 215-222.
- Lazarovits G, Abbasi P, Conn K, Hill J, Hemmingsen S (2008) Fish emulsion and liquid swine manure: model systems for development of organic amendments as fertilizers with disease suppressive properties. *Summa Phytopathologica* 34:194-195.
- Lin W, Hu X, Zhang W, Rogers WJ, Cai W (2005) Hydrogen peroxide mediates defence responses induced by chitosans of different molecular weights in rice. *Journal of Plant Physiology* 162:937-944.
- Mattos LPV (2007) Potencial de hidrolisado de peixe para o controle de fitopatógenos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras MG.
- Medeiros FHV, Bettiol W (2005) Produtos fermentados à base de casca de camarão para o controle do oídio das cucurbitáceas. *Fitopatologia Brasileira* 30 (Supl.):145.
- Mitchell R (1962) Microbiological process associated with the use of chitin for biological control. *Soil Science Society America Journal* 26:556-558.
- Mitchell R (1963) Addition of fungal cell-wall compounds to soil for biological disease control. *Phytopathology* 53:1068-1071.
- Munõz Z, Moret A, Garcés S (2009) Assessment of chitosan for inhibition of *Colletotrichum* sp. on tomatoes and grapes. *Crop Protection* 28:36–40.
- Pinto ZV, Bettiol W (2006) Supressividade de substratos à *Fusarium oxysporum* para a produção de crisântemo. *Fitopatologia Brasileira* 31:219-220.
- Rhoades J, Roller S (2000) Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 80-86.
- SAS Institute. SAS/STAT® User's Guide, Versão 6.4. Cary, 1993.
- Silva JC, Bettiol W (2005) Potential of non-pathogenic *Fusarium oxysporum* isolates for control of *Fusarium* wilt of tomato. *Fitopatologia Brasileira* 30: 409-412.
- Sonneveld C, Van Elderen CW (1994) Chemical analysis of peaty growing media by means of water extraction. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 25:3199-3208.
- Tenuta M, Lazarovits G (2002) Ammonia and nitrous acid from nitrogenous amendments kill the microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 92:255-264.
- Tenuta M, Conn KL, Lazarovits G (2002) Volatile fatty acids in liquid swine manure can kill microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 92:548-552.
- Visconti A (2008) Fontes de matéria orgânica para inibição de fitopatógenos habitantes do solo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista UNESP. Botucatu SP.

---

TPP 9042 - Recebido 30 Março 2009 - Aceito 11 Dezembro 2009  
 Editor de Seção: John C. Sutton