

# Patogenicidade de *Pythium aphanidermatum* a alface cultivada em hidroponia e seu biocontrole com *Trichoderma*

Katya da Silva Patekoski<sup>(1)</sup> e Carmen Lidia Amorim Pires-Zottarelli<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Botânica de São Paulo, Avenida Miguel Stefano, nº 3687, CEP 04301-012 São Paulo, SP. E-mail: katya\_patekoski@yahoo.com.br, zottarelli@uol.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a patogenicidade de *Pythium aphanidermatum* a variedades de alface, e a ação do produto Biotrich, formulado com *Trichoderma*, no controle deste patógeno e na promoção do crescimento das plantas. Em experimento in vitro, plântulas recém-germinadas das variedades de alface Vera e Elisa foram colocadas em placas de Petri com ágar-água e 1 mL de suspensão do produto Biotrich (0,2 mL L<sup>-1</sup>) e, após 24 horas, em discos com micélio do isolado de *Pythium*. As avaliações foram realizadas após dez dias de incubação a 20 e 31°C. Os testes in vivo foram realizados na primavera e verão, em sistema hidropônico “Nutrient Film Technique” (NFT), em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x2, como segue: duas variedades; presença ou ausência do patógeno; e presença ou ausência de Biotrich. Ao final do cultivo, foram avaliadas as massas de matéria fresca e seca das plantas. No experimento in vitro, *P. aphanidermatum* apresentou maior agressividade a 31°C. Contudo, não foi verificada patogenicidade nos testes in vivo. De modo geral, o Biotrich não promoveu o crescimento das plantas, mas foi efetivo no controle do patógeno in vitro. *Pythium aphanidermatum* é patogênico às variedades de alface Vera e Elisa, a 20 e 31°C, e o Biotrich é efetivo para o controle desse patógeno nessas temperaturas.

Termos para indexação: *Lactuca sativa*, *Oomycota*, antagonismo, biocontrole, hidroponia, podridão-de-raiz.

## ***Pythium aphanidermatum* pathogenicity to hydroponics lettuce and its biocontrol with *Trichoderma***

Abstract – The objective of this work was to evaluate the pathogenicity of *Pythium aphanidermatum* to lettuce varieties, and the action of the product Biotrich, formulated with *Trichoderma*, in the control of this pathogen and its effect on plant growth promotion. In a in vitro experiment, germinated seedlings of Vera and Elisa lettuce varieties were placed in Petri dishes with water-agar and 1mL Biotrich suspension (0.2 mL L<sup>-1</sup>), and after 24 hours, on plugs with the *Pythium* isolate mycelium. The evaluations were done ten days after the incubation at 20 and 31°C. In vivo experiments were carried out during the spring and summer, using the Nutrient Film Technique (NFT) system, in a completely randomized design, following a 2x2x2 factorial arrangement, as well: two varieties; pathogen absence or presence; and with or without Biotrich addition. At the end of cultivation, the fresh and dry weight of shoots and roots were analyzed. In vitro, *P. aphanidermatum* had increased aggressiveness at 31°C. However, no pathogenicity was observed in vivo. Generally, Biotrich did not promote plant growth; however, it was effective in controlling the pathogen in vitro. *Pythium aphanidermatum* is pathogenic to lettuce varieties Vera and Elisa, at 20 and 31°C, and Biotrich is effective for its control at these temperatures.

Index terms: *Lactuca sativa*, *Oomycota*, antagonism, biocontrol, hydroponic system, root rot.

## **Introdução**

O cultivo de hortaliças em sistemas hidropônicos tem-se difundido em todo o Brasil, principalmente o de alface. Essa expansão deve-se, entre outros fatores, à produção de hortaliças de ótima qualidade, à perenidade na produção e ao melhor aproveitamento do espaço físico com uso desses sistemas (Rodrigues, 2002; Silva & Lima Neto, 2007).

Atualmente, estima-se que 8.000 produtores, entre profissionais e amadores, utilizam a técnica no país, que também é utilizada como atividade pedagógica

em escolas, com o intuito de ampliar a concepção dos alunos sobre o conceito de ambiente e oferecer alternativas de trabalho e renda (Abrantes, 2004; Santos, 2006).

A princípio, acreditava-se que, ao se eliminar o solo no sistema de produção hidropônica, bem como os patógenos nele contidos, seria preservada a integridade dos órgãos subterrâneos da planta. Entretanto, passada a euforia dos primeiros cultivos, percebeu-se que a frequência com que as doenças apareciam era proporcional ao tempo de uso e das práticas de manejo do sistema (Lopes et al., 2005).

Dos patógenos detectados em cultivos hidropônicos, destacam-se os isolados do gênero *Pythium* Pringsheim, frequentemente destrutivos para a maioria das culturas hidropônicas, principalmente nas épocas em que ocorre a elevação da temperatura da solução nutritiva e do ambiente das casas de vegetação, quando esses isolados podem causar podridão-de-raiz ou infecção subclínica, com redução significativa na produtividade das culturas, mesmo na ausência de sintomas radiculares ou foliares visíveis (Owen-Going et al., 2003; Sutton et al., 2006). Nesses sistemas, são relatados isolados de diversas espécies, que normalmente não apresentam especificidade de hospedeiro (Plaats-Niterink, 1981; Stanghellini & Kronland, 1986; Herrero et al., 2003; Teixeira et al., 2006).

O controle biológico tem sido apontado como um método promissor para minimizar o uso de agrotóxicos e promover a proteção das culturas, pois se baseia em procedimentos ambientalmente corretos que podem fazer parte de um sistema de controle integrado de doenças (Grigoletti Junior et al., 2000; Slininger et al., 2003). Os microrganismos estudados para o controle de *Pythium* em cultivos hidropônicos incluem espécies de bactérias dos gêneros *Bacillus* Cohn, *Paenibacillus* Ash et al., *Enterobacter* Hormaeche & Edwards, *Pseudomonas* Migula, e fungos dos gêneros *Clonostachys* Arnaud, *Trichoderma* Pers., *Fusarium* Link ex Fr., *Penicillium* Link ex Fr., *Saccharomyces* Meyen, e também *Pythium oligandrum* Drechsler (Gravel et al., 2005; Corrêa, 2006; Cipriano, 2009). *Trichoderma* spp. encontra-se entre os mais estudados e utilizados mundialmente (Benítez et al., 2004).

Por serem facilmente propagados e formulados em laboratório, com boa capacidade de armazenamento (Melo, 1996), isolados de *Trichoderma* têm sido utilizados na formulação de produtos para biocontrole, comercializados em diversos países e também no Brasil, como é o caso do Biotrich (Biovale Produtos Agropecuários Ltda., Venâncio Aires Brasil). Entretanto, a falta de pesquisa sobre sua aplicação em sistemas hidropônicos impossibilita maiores conclusões sobre sua efetividade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a patogenicidade de *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. a variedades de alface, e a ação do produto Biotrich, formulado com *Trichoderma*, no controle

desse patógeno e na promoção de crescimento das plantas.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos com uma cepa de *Pythium aphanidermatum*, isolada de raízes sintomáticas de tabaco hidropônico (*Nicotiana tabacum* L.), proveniente da Coleção de Culturas do Núcleo de Pesquisa em Micologia do Instituto de Botânica, São Paulo (CCIBt 2006).

As variedades de alface estudadas foram a Elisa (lisa) e a Vera (crespa), consideradas, respectivamente, como mais e menos suscetíveis ao patógeno (Patekoski & Zottarelli, 2009). Foram utilizadas sementes Sakata não peletizadas. O produto Biotrich, Lote 04/set/2009, (Biovale Produtos Agropecuários Ltda., Venâncio Aires, Brasil), formulado à base de *Trichoderma*, foi testado na formulação líquida (suspensão em gel).

Os experimentos in vitro foram realizados a 20°C, temperatura ótima para a germinação de sementes de alface (Nascimento & Cantliffe, 2002), e a 31°C, temperatura ótima para o crescimento do isolado de *P. aphanidermatum* (Patekoski & Zottarelli, 2009). Placas de Petri com ágar-água receberam alíquota de 1 mL de suspensão de Biotrich (0,2 mL L<sup>-1</sup>), plântulas de alface recém-germinadas (sete por placa), dispostas na periferia das placas. Após 24 horas, um disco de 6 mm de diâmetro, com micélio do patógeno crescido em “corn meal ágar”, foi inoculado no centro das placas (Baptista, 2007).

As testemunhas foram placas com o patógeno e sem o produto e com o produto e sem o patógeno, contendo as plântulas de alface. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições, cada uma representada por uma placa. Após dez dias de incubação em câmara de germinação com fotoperíodo de 12 horas, foram mensurados o comprimento das radículas e hipocótilos e a percentagem de plântulas sobreviventes (Baptista, 2007), e os resultados analisados estatisticamente com análise de variância e teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os experimentos in vivo foram realizados no Instituto de Botânica, São Paulo, durante a primavera, de outubro a novembro de 2009, e verão, de janeiro a fevereiro de 2010, tendo-se utilizado estufa hidropônica (Tropical Estufas, Bragança Paulista,

SP, Brasil), sistema hidropônico “Nutrient Film Technique” (NFT) e, como bancada de cultivo, o Kit hidropônico residencial (Hidrogood, Taboão da Serra, SP, Brasil), de 1,00x0,70x0,80 m. Utilizou-se a solução nutritiva Hidrogood Fert (Hidrogood, Taboão da Serra, Brasil) com uso de água mineral Bioleve (Bioleve, Lindóia, Brasil) em seu preparo, tendo-se mantido a condutividade elétrica entre 1,5 e 1,9 mS cm<sup>-1</sup> e o pH entre 5,5 e 6,5 (Furlani, 1995).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x2 (duas variedades x inoculação ou não do patógeno x uso ou não de Biotrich), com seis repetições, cada qual representada por uma planta: sem *Pythium*, sem Biotrich, variedade Elisa (controle); sem *Pythium*, sem Biotrich, variedade Vera (controle); com *Pythium*, sem Biotrich, variedade Elisa; com *Pythium*, sem Biotrich, variedade Vera; sem *Pythium*, com Biotrich, variedade Elisa; sem *Pythium*, com Biotrich, variedade Vera; com *Pythium*, com Biotrich, variedade Elisa; e com *Pythium*, com Biotrich, variedade Vera.

A inoculação de *P. aphanidermatum* foi realizada por meio da imersão das raízes das plantas em uma suspensão de zoósporos, por 30 min, na concentração de aproximadamente 5x10<sup>3</sup> zoósporos por mL (Owen-Going et al., 2003; Baptista, 2007). A aplicação do Biotrich (0,2 mL L<sup>-1</sup>) nos tratamentos foi realizada após dois dias do transplante das mudas para o sistema, com a inoculação do patógeno após sete dias da aplicação do produto, nos dois últimos tratamentos (Utkhede et al., 2000; Baptista, 2007).

As temperaturas da estufa e da solução nutritiva foram monitoradas diariamente, às 6h30, 13h e 19h. A temperatura externa do ar foi fornecida pela Estação meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, São Paulo. Os sintomas decorrentes da infecção

por *Pythium* foram avaliados nos dias subsequentes à inoculação do patógeno e ao término do cultivo (55 dias). Avaliaram-se, também, as massas fresca e seca (em gramas) da parte aérea e das raízes das plantas, e os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Os testes realizados in vitro demonstraram que o isolado de *Pythium aphanidermatum* foi patogênico nas variedades de alface estudadas, tendo reduzido significativamente o comprimento das radículas a 20 e 31°C e a percentagem de plântulas sobreviventes a 31°C, nos tratamentos sem a aplicação do Biotrich (Tabela 1).

Na avaliação da ação do Biotrich, a aplicação do produto nos tratamentos controle a 31°C ocasionou redução significativa do comprimento das radículas, em ambas as variedades (Tabela 1). Entretanto, quando aplicado na presença de *P. aphanidermatum*, o produto promoveu aumento significativo do comprimento das radículas das variedades, tanto a 20°C quanto a 31°C, e da percentagem de plântulas sobreviventes da variedade Vera a 31°C, quando comparado ao tratamento contendo apenas *P. aphanidermatum*, o que indica a efetividade do produto no controle do patógeno (Tabela 1).

Ao avaliar o comprimento do hipocótilo, diferenças estatísticas foram encontradas apenas a 31°C, com aumento significativo com a aplicação do produto nos tratamentos com e sem o patógeno, para a variedade Vera, e na ausência do patógeno, para a variedade Elisa. Esses resultados demonstram a atuação do Biotrich como promotor de crescimento do hipocótilo.

Nos testes in vivo, as temperaturas registradas foram semelhantes para os dois experimentos realizados. Na primavera, foram registradas médias de 22,9,

**Tabela 1.** Valores médios do comprimento da radícula e do hipocótilo, e percentagem de plântulas sobreviventes das variedades de alface Vera e Elisa, obtidos nos testes in vitro de patogenicidade de *Pythium aphanidermatum* e controle biológico com o produto Biotrich, a 20 e 31°C<sup>(1)</sup>.

Biotrich (mL L <sup>-1</sup> )	Variedade Vera						Variedade Elisa					
	Radícula (cm)		Hipocótilo (cm)		Sobrevivência		Radícula (cm)		Hipocótilo (cm)		Sobrevivência	
	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>
Temperatura de 20°C												
0,0	8,64aB	1,25aA	0,48aA	0,54aA	100aA	100aA	7,36aB	2,99aA	0,46aA	0,45aA	100aA	100aA
0,2	7,44aA	7,70bA	0,56aA	0,48aA	100aA	97aA	8,88aA	10,48bA	0,44aA	0,34aA	100aA	100aA
Temperatura de 31°C												
0,0	3,85bB	0,55aA	0,53aB	0,25aA	100aB	62aA	4,54bB	0,74aA	0,67aA	0,58aA	100aB	89aA
0,2	2,40aA	3,04bA	0,68bA	0,70bA	100aA	100bA	2,98aA	2,76bA	0,94bB	0,66aA	100aA	97aA

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas, para cada temperatura, e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

24,6 e 25,3°C, para o ambiente externo, de estufa e para a solução nutritiva, respectivamente. No verão, a temperatura média no ambiente externo foi de 23,6°C, na estufa foi de 25,9°C, e na solução nutritiva foi de 26,5°C.

O produto Biotrich, na concentração testada, não promoveu o crescimento das variedades de alface, nos dois experimentos realizados in vivo, sem diferenças significativas para as massas fresca e seca da parte aérea e raízes, nos tratamentos controle com e sem a aplicação do produto (Tabela 2). Quanto à patogenicidade de *P. aphanidermatum*, nos experimentos da primavera e verão, não foram observados, nas plantas, os sintomas característicos da infecção por *Pythium*. Comparando-se os tratamentos contendo apenas o patógeno e os tratamentos controle sem a inoculação do *Pythium*, verificou-se que o isolado estudado não ocasionou redução das massas fresca e seca da parte aérea e raízes das variedades.

No experimento realizado na primavera, foi observada redução significativa da massa fresca das raízes da variedade Vera tratadas com o Biotrich e a suspensão de zoósporos, comparando-se ao tratamento contendo apenas o patógeno (Tabela 2). Fato semelhante ocorreu no experimento conduzido no verão, em que redução significativa da massa fresca da parte aérea e raízes da variedade Vera foi observada, nas mesmas condições. Diferença significativa foi verificada também para a massa fresca das raízes da variedade Elisa no experimento de verão, com menor massa encontrada no tratamento com o Biotrich em associação com *P. aphanidermatum*, quando comparado ao tratamento contendo somente o produto.

O isolado de *P. aphanidermatum* utilizado neste trabalho foi patogênico nas variedades de alface, nos testes conduzidos in vitro, com maior agressividade verificada a 31°C, o que corrobora a literatura, no que se refere ao alto potencial patogênico da espécie em temperaturas mais elevadas (Bates & Stanghellini, 1984; Herrero et al., 2003).

Nos experimentos in vivo, *P. aphanidermatum*, na concentração de zoósporos utilizada não interferiu no desenvolvimento das plantas de alface. Entretanto, Owen-Going et al. (2003) obtiveram, com a mesma concentração de zoósporos de isolados de *Pythium aphanidermatum* e *Pythium dissotocum*, diminuição do comprimento do sistema radicular e extensa

**Tabela 2.** Valores médios de massa de matéria fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA), e massa de matéria fresca (MFR) e seca das raízes (MSR) das variedades de alface Vera e Elisa, obtidos no teste de patogenicidade de *Pythium aphanidermatum* e controle biológico in vivo com o produto Biotrich, nos experimentos da primavera e verão<sup>(1)</sup>.

Biotrich (mL L <sup>-1</sup> )	Variedade Vera												Variedade Elisa											
	MFPA (g)		MSPA (g)		MFR (g)		MSR (g)		MFPA (g)		MSPA (g)		MFR (g)		MSR (g)		MFPA (g)		MSPA (g)		MFR (g)		MSR (g)	
	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>	Controle	<i>Pythium</i>
0,0	158,8aA	146,8aA	14,1aA	14,22aA	25,0aA	23,5bA	8,3aA	8,1aA	8,1aA	8,1aA	212,6aA	224,6aA	16,3aA	18,1aA	29,5aA	27,8aA	8,6aA	8,6aA	8,6aA	8,6aA	27,8aA	27,8aA	27,8aA	8,6aA
0,2	128,0aA	125,6aA	12,9aA	12,96aA	21,3aA	17,7aA	8,1aA	8,1aA	8,1aA	224,1aA	195,4aA	18,2aA	17,3aA	27,1aA	22,9aA	22,9aA	8,7aA	8,7aA	8,7aA	8,7aA	22,9aA	22,9aA	22,9aA	8,6aA
0,0	182,8aA	168,3bA	13,3aA	13,3aA	15,0aA	21,7bA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	186,9aA	200,0aA	15,9aA	15,8aA	24,2aA	25,8aA	25,8aA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	24,2aA	25,8aA	25,8aA	5,0aA
0,2	145,8aA	126,7aA	15,0aA	15,0aA	13,3aA	15,0aA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	200,8aA	184,2aA	18,3aA	15,8aA	30,0aA	20,0aA	20,0aA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	5,0aA	30,0aA	20,0aA	20,0aA	5,0aA

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas, para cada experimento, e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



descoloração marrom ou amarelada em pimentão hidropônico (*Capsicum annuum* L.). Baptista (2007), por sua vez, em estudo com isolado de *Pythium dissotocum*, verificou que o patógeno, inoculado na mesma densidade de inóculo utilizada neste trabalho, ocasionou podridão-de-raiz, murchamento e redução das massas fresca e seca da parte aérea e raízes, nas variedades Mimosa e Vera. A diferença em patogenicidade observada entre este estudo e os citados, provavelmente, está relacionada à forte variação no potencial patogênico e à virulência encontrada entre espécies e espécimes de *Pythium* (Plaats-Niterink, 1981; Owen-Going et al., 2003; Baptista, 2007; Patekoski & Zottarelli, 2009), e à diferença em suscetibilidade observada entre culturas e variedades (Utkhede et al., 2000), circunstância em que o emprego de diferentes isolados do gênero e culturas vegetais pode levar a resultados divergentes.

A temperatura, um dos fatores ambientais de maior influência sobre o potencial patogênico de *Pythium* (Sutton et al., 2006), pode também ter interferido na patogenicidade de *P. aphanidermatum*. As baixas temperaturas médias verificadas durante a condução dos experimentos podem ter limitado o estabelecimento e o progresso da doença nas plantas de alface. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram os de Corrêa (2006) e Cipriano (2009).

Além dos fatores mencionados, o balanço nutricional adequado da solução nutritiva pode ter contribuído para a ausência do estabelecimento e progresso da doença, no presente estudo.

De maneira geral, o Biotrich não promoveu o crescimento das variedades de alface nos testes in vitro e in vivo. Entretanto, tal ação benéfica tem sido obtida por outros autores em estudos com *Trichoderma* (Yedidia et al., 2001; Arriagada et al., 2009; Hoyos-Carvajal et al., 2009), inclusive com o próprio produto de biocontrole utilizado. Baptista (2007) verificou que o Biotrich, sob formulação líquida, suspensão em gel, nas concentrações de 0,1, 0,2 e 0,3 mL L<sup>-1</sup>, aumentou o comprimento das radículas das variedades de alface Vera e Mimosa em experimentos realizados em laboratório, a 20 e 27°C, e que a aplicação do produto na concentração de 0,2 mL L<sup>-1</sup> resultou em aumento das massas fresca e seca das raízes das variedades, em testes com kits hidropônicos caseiros.

Nos testes in vitro, o produto, na concentração testada, foi prejudicial ao desenvolvimento das plântulas

em alguns tratamentos controle, com a diminuição do comprimento das radículas. Em se tratando do controle de *P. aphanidermatum*, os testes conduzidos em laboratório, no presente trabalho, mostraram que Biotrich foi efetivo no controle do patógeno, e sua eficiência verificada também por Baptista (2007). Segundo esse autor, o Biotrich, sob formulação líquida e suspensão em gel, nas concentrações de 0,1, 0,2 e 0,3 mL L<sup>-1</sup> é eficiente no controle de *Pythium dissotocum*, nas variedades de alface Mimosa e Vera, em testes realizados em laboratório (a 20 e 27°C) e em experimento com kits hidropônicos caseiros.

Os resultados obtidos com relação à patogenicidade de *Pythium aphanidermatum* in vivo contribuem para o conhecimento da epidemiologia da podridão-da-raiz ocasionada por essa espécie. Segundo Sutton et al. (2006), o conhecimento da etiologia e epidemiologia dessa enfermidade, além de seus efeitos na fisiologia das plantas, são essenciais para novas perspectivas das pesquisas e para o desenvolvimento de melhores práticas para o manejo da doença em cultivos hidropônicos.

## Conclusões

1. O isolado de *Pythium aphanidermatum* estudado é patogênico às variedades de alface Vera e Elisa, em condições de laboratório.
2. Em concentração de 5x10<sup>3</sup> zoósporos por mL, a cepa de *P. aphanidermatum* estudada não interfere no desenvolvimento de plantas de alface das variedades Vera e Elisa, sob cultivo hidropônico.
3. Em condição de laboratório, o produto Biotrich na concentração de 0,2 mL L<sup>-1</sup> não promove o crescimento das variedades de alface Vera e Elisa, mas é eficiente para o controle do isolado de *P. aphanidermatum* estudado.
4. O produto Biotrich na concentração de 0,2 mL L<sup>-1</sup> não promove o crescimento das variedades de alface Vera e Elisa, em cultivo hidropônico.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo auxílio financeiro sob a forma de concessão de bolsa de Mestrado à primeira autora e ao Filipe Rosa Baptista, pelo auxílio com as técnicas utilizadas.

## Referências

- ABRANTES, J. A interdisciplinaridade no ensino médio: a contextualização pela hidroponia. **Revista Augustus**, v.9, p.16-31, 2004.
- ARRIAGADA, C.; SAMPEDRO, I.; GARCIA-ROMERA, I.; OCAMPO, J. Improvement of growth of *Eucalyptus globulus* and soil biological parameters by amendment with sewage sludge and inoculation with arbuscular mycorrhizal and saprobe fungi. **Science of the Total Environment**, v.407, p.4799-4806, 2009.
- BAPTISTA, F.R. *Pythium middletonii* Sparrow e *Pythium dissotocum* Drechsler em alface (*Lactuca sativa* L.): avaliação patogênica e controle biológico. 2007. 100p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo.
- BATES, M.L.; STANGHELLINI, M.E. Root rot of hydroponically grown spinach caused by *Pythium aphanidermatum* and *Pythium dissotocum*. **Plant Disease**, v.68, p.989-991, 1984.
- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A.M.; LIMÓN, M.C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v.7, p.249-260, 2004.
- CIPRIANO, M.A.P. **Potencial de *Pseudomonas* spp. na promoção de crescimento e no controle de *Pythium* em alface cultivada em sistema hidropônico**. 2009. 49p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Agrônomo, Campinas.
- CORRÊA, E.B. **Controle da podridão de raiz (*Pythium aphanidermatum*) e promoção de crescimento em alface hidropônica**. 2006. 103p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- FURLANI, P.R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia NFT**. São Paulo: Instituto Agrônomo, 1995. 18p. (IAC. Documentos, 55).
- GRAVEL, V.; MARTINEZ, C.; ANTOUN, H.; TWEDDELL, R.J. Antagonist microorganisms with the ability to control *Pythium* damping-off of tomato seeds in rockwool. **Biocontrol**, v.50, p.771-786, 2005.
- GRIGOLETTI JUNIOR, A.; SANTOS, A.F. dos; AUER, C.G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Floresta**, v.30, p.155-165, 2000.
- HERRERO, M.L.; HERMANSEN, A.; ELEN, O.N. Occurrence of *Pythium* spp. and *Phytophthora* spp. in Norwegian greenhouses and their pathogenicity on cucumber seedlings. **Journal of Phytopathology**, v.151, p.36-41, 2003.
- HOYOS-CARVAJAL, L.; ORDUZ, S.; BISSET, J. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. **Biological Control**, v.51, p.409-416, 2009.
- LOPES, C.A.; CARRIJO, O.A.; MAKISHIMA, N. **Contaminação com patógenos em sistemas hidropônico: como aparecem e como evitar**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 4p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado técnico, 31).
- MELO, I.S. de. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.4, p.261-295, 1996.
- NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.103-106, 2002.
- OWEN-GOING, N.; SUTTON, J.C.; GRODZINSK, B. Relationships of *Pythium* isolates and sweet pepper plants in single-plant hydroponic units. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.25, p.155-167, 2003.
- PATEKOSKI, K. da S.; ZOTTARELLI, C.L.A.P. Patogenicidade *in vitro* de *Pythium aphanidermatum* e *Pythium dissotocum* em variedades de alface (*Lactuca sativa* L.). **Hoehnea**, v.36, p.161-172, 2009.
- PLAATS-NITERINK, A.J. van der. **Monograph of the genus *Pythium***. Wallingford: CABI, 1981. 242p. (Studies in mycology, 21).
- RODRIGUES, L.R.F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: Funep, 2002. 762p.
- SANTOS, A.N.F. **A tecnologia hidropônica como prática pedagógica na construção de concepções de ambiente**. 2006. 138p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- SILVA, M.S.C. da; LIMA NETO, V. da C. Doenças em cultivos hidropônicos de alface na região metropolitana de Curitiba/PR. **Scientia Agraria**, v.8, p.275-283, 2007.
- SLININGER, P.J.; BEHLE, R.W.; JACKSON, M.A.; SCHILER, D.A. Discovery and development of biological agents to control crop pests. **Neotropical Entomology**, v.32, p.183-195, 2003.
- STANGHELLINI, M.E.; KRONLAND, W.C. Yield loss in hydroponically grown lettuce attributed to subclinal infection of feeder rootlets by *Pythium dissotocum*. **Plant Disease**, v.70, p.1053-1056, 1986.
- SUTTON, J.C.; SOPHER, C.R.; OWEN-GOIN, T.N.; LIU, W.; GRODZINSK, B.; HALL, J.C.; BENCHIMOL, R.L. Etiology and epidemiology of *Pythium* root rot in hydroponic crops: current knowledge and perspectives. **Summa Phytopathologica**, v.32, p.307-321, 2006.
- TEIXEIRA, L.D.D.; PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A.P.; KIMATI, H. Efeito da temperatura no crescimento micelial e patogenicidade de *Pythium* spp. que ocorrem em alface hidropônica. **Summa Phytopathologica**, v.32, p.221-226, 2006.
- UTKHEDE, R.S.; LEVESQUE, C.A.; DINH, D. *Pythium aphanidermatum* root rot in hydroponically grown lettuce and the effect of chemical and biological agents on its control. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.22, p.138-144, 2000.
- YEDIDIA, I.; SRIVASTVA, A.K.; KAPULNIK, Y.; CHET, I. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. **Plant and Soil**, v.235, p.235-242, 2001.

---

Recebido em 14 de abril de 2010 e aprovado em 9 de julho de 2010