

# Resíduo da produção de *Pochonia chlamydosporia* no desenvolvimento de mudas e plantas de alface

José Ricardo Viggiano<sup>(1)</sup>, Leandro Grassi de Freitas<sup>(1)</sup> e Paulo Afonso Ferreira<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, Avenida P.H. Rolfs, s/nº, CEP 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: jrvggiano@agronomo.eng.br, leandro@ufv.br, pafonsoferreira@uol.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de subproduto do processo de produção de *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* no desenvolvimento de mudas e plantas de alface. Esse subproduto, um resíduo constituído de arroz que continha propágulos do fungo, foi adicionado em diferentes concentrações (0, 2 e 4% volume de resíduo:volume de substrato) a três tipos de substratos para mudas (formulado, comercial e fibra de coco). Sementes de alface foram semeadas em bandejas de isopor que continham os diferentes substratos enriquecidos com o resíduo. As mudas de alface foram transplantadas para vasos com o substrato solo e areia na proporção 1:1 (v:v), 28 dias após a semeadura. Todos os tipos de substratos e doses do resíduo apresentaram interação significativa para todas as variáveis relacionadas ao desenvolvimento das mudas e das plantas de alface. O maior desenvolvimento das mudas ocorreu na testemunha (sem o resíduo) dos substratos. Entretanto, após o transplante das mudas para os vasos, as doses de resíduo até 4 e 2% v:v – nos substratos formulado e comercial, respectivamente – foram as que promoveram o maior desenvolvimento das plantas. A utilização de até 2% v:v do resíduo nos substratos formulado e comercial é viável e não prejudica o desenvolvimento de plantas de alface.

Termos para indexação: *Lactuca sativa*, controle biológico, fungos nematófagos, reciclagem, substratos.

## Residue from the production of *Pochonia chlamydosporia* in the development of lettuce seedlings and plants

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of a by-product of the production process of *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* in the development of lettuce seedlings and plants. This by-product, a residue made up of rice containing propagules of the fungus, was added at different concentrations (0, 2, and 4% volume of residue:volume of substrate) to three types of substrates for seedlings (formulated, commercial, and coconut fiber). Lettuce seeds were sown in polystyrene trays containing the different substrates enriched with the residue. The lettuce seedlings were transplanted into pots containing soil and sand substrate at the proportion 1:1 (v:v), 28 days after sowing. All types of substrates and residue levels showed a significant interaction for all variables related to the development of lettuce seedlings and plants. The highest development of seedlings occurred in the control treatment (no residue) of the substrates. However, after transplanting the seedlings into the pots, the residue levels of up to 4 and 2% v:v – in the formulated and commercial substrates, respectively – promoted the highest plant growth. The use of up to 2% v:v of the residue on the formulated and commercial substrates is viable and does not affect the development of lettuce plants.

Index terms: *Lactuca sativa*, biological control, nematophagous fungi, recycling, substrates.

### Introdução

O fungo *Pochonia chlamydosporia* Zare & Gans (syn.: *Verticillium chlamydosporium* Goddard) tem se destacado como agente de biocontrole do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) (Kerry & Bourne, 2002; Ferraz et al., 2010). Este fungo cresce facilmente em vários meios de cultura sólidos in vitro, porém, produz poucos clamidósporos em meios

líquidos (Kerry & Bourne, 2002; Mo et al., 2005). Os clamidósporos são o tipo de propágulo mais efetivo para o estabelecimento do fungo no solo e na rizosfera, pois não requerem nutrientes adicionais (Bourne & Kerry, 1999).

Atualmente, os clamidósporos desse fungo são produzidos em meios de substratos sólidos de cereais, a exemplo do arroz (*Oryza sativa* L.), que permite produzir aproximadamente  $1,0 \times 10^9$  clamidósporos

por grama de meio de cultura (Lopes, 2007; Dallemolle-Giaretta, 2008). Contudo, o processo de produção massal de clamidósporos do fungo gera uma quantidade considerável de resíduo sólido e seco do substrato, que pode ultrapassar 80% da quantidade total do arroz utilizado como substrato para o meio de cultivo do fungo. Assim, melhorias no processo de produção massal dos clamidósporos e a investigação das possibilidades de aproveitamento desse resíduo são essenciais para a redução dos custos de produção, além de contribuírem para a redução dos impactos ambientais da bioindústria.

A introdução de *P. chlamydosporia* no solo de forma prática, eficiente e integrada ao sistema produtivo também é um desafio. É possível realizar a aplicação do fungo por meio da irrigação, com uso de formulações de suspensão aquosa de conídios ou de pó de clamidósporos (Ferraz et al., 2010). Segundo Kerry & Bourne (2002), várias técnicas foram testadas. Entretanto, ainda é necessário avaliar a utilização de resíduos resultantes do processo de produção massal dos clamidósporos, ou seja, o resíduo que contém micélio e clamidósporos do fungo (cerca de  $1,0 \times 10^4$  unidades formadoras de colônia por grama de resíduo) e o seu efeito sobre o desenvolvimento das mudas e das plantas.

Geralmente, a implantação de cultivos de alface (*Lactuca sativa* L.) e de outras hortaliças no campo é feita por meio de mudas produzidas com diferentes tipos de substratos comerciais ou formulados pelo próprio agricultor (Kämpf, 2000, 2004; Trani et al., 2004, 2007; Lopes et al., 2007). A escolha de materiais e produtos, para a composição de substrato de qualidade para as mudas, deve ser criteriosa e levar em consideração as características físicas, químicas, biológicas, fitossanitárias e econômicas desses componentes (Kämpf, 2000, 2004; Gomes & Silva, 2004). Investigações sobre o aproveitamento de resíduos e subprodutos gerados no processo de produção de agentes de biocontrole pela bioindústria são incipientes e pontuais. Cabe ressaltar que essas pesquisas devem ser realizadas, concomitantemente, ao desenvolvimento do próprio produto biológico. Existe a possibilidade de aproveitamento, regionalmente, desse e de outros resíduos orgânicos na produção de substratos para mudas e plantas ornamentais (Kämpf, 2008), bem como para a produção de mudas de olerícolas, de frutíferas e de café.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de subproduto do processo de produção de *P. chlamydosporia* var. *chlamydosporia* no desenvolvimento de mudas e plantas de alface.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado em casa de vegetação equipada com sistema de aquecimento e resfriamento, localizada em área experimental de campo do Departamento de Fitopatologia, da Universidade Federal de Viçosa, MG. O experimento foi realizado de 1 de julho a 17 de setembro de 2010.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso. Na avaliação do desenvolvimento das mudas e das plantas de alface, utilizaram-se, respectivamente, seis e oito repetições por tratamento.

Foi utilizado um resíduo sólido e seco de arroz, resultante do processo de produção de clamidósporos do isolado Pc-10 de *P. chlamydosporia* var. *chlamydosporia*, cedido pela Rizoflora Biotecnologia e obtido em 26/3/2010. Avaliações prévias desse resíduo em meio semiseletivo de Gaspard et al. (1990) indicaram a presença de clamidósporos viáveis em concentração média de  $1,0 \times 10^4$  clamidósporos por grama de resíduo. No presente trabalho, nos diferentes substratos utilizados, foram aplicados 220 a 440 clamidósporos por grama de substrato nas doses de 2 e 4% v:v, respectivamente.

Os substratos utilizados para a produção de mudas foram: substrato formulado (17% de terra de barranco, 50% de vermiculita e 33% de húmus de minhoca); substrato comercial; e fibra de coco. Ao substrato formulado, foram adicionados 500 g da fórmula N-P-K (04-14-08), em pó, para cada 20 L da mistura. O substrato formulado e o comercial foram umedecidos com 5% de água (v:v), e a fibra de coco com 25% de água (v:v). Em seguida, o resíduo, em três doses (0, 2 e 4% v:v, resíduo:substrato), foi adicionado e homogeneizado aos substratos das mudas sete dias antes da montagem do experimento, que foi constituído de nove tratamentos em arranjo fatorial 3x3: substrato formulado, substrato comercial e fibra de coco, todos com as doses 0, 2 e 4% v:v do resíduo. Amostras dos substratos utilizados no experimento foram coletadas, e análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo Viçosa Ltda., MG (Tabela 1).

Sementes de alface cultivar Regina 255 foram semeadas manualmente em cinco bandejas de isopor cortadas (do tipo 128 células) com 56 células, com capacidade para aproximadamente 1,8 L de substrato. Foram utilizadas 2–3 sementes por célula, à profundidade de 1,0 cm, padronizada com uso de marcador de madeira. Após a semeadura, as bandejas foram colocadas sobre bancada telada em casa de vegetação, cobertas com tela de nylon preta e, em seguida, irrigadas. A emergência ocorreu três dias após a semeadura, quando a tela de nylon foi retirada. Sete dias após a semeadura, foi realizado o desbaste, tendo-se deixado uma plântula por célula. Adubações de cobertura das mudas foram realizadas aos 15, 19 e 23 dias após a semeadura, com soluções de adubos foliares, por meio de regador. As duas primeiras adubações foram realizadas com 3,0 g do adubo foliar Plantafol 10-54-10 (10% de N; 54% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 10% de K<sub>2</sub>O; 0,02% de B; 0,05% de Cu; e 0,1% de Fe) por litro de água, tendo-se utilizado, em média, 10 L de solução em cada aplicação. A terceira adubação foi realizada com 1,0 g do adubo foliar Plantin II (10% de N; 1,5% de Ca; 1% de Mg; 3,5% de S; 3% de B; 0,5% de Cu; 0,5% de Fe; 0,5% de Mn; 0,05% de Mo; e 6% de Zn) por litro de água, tendo-se utilizado, em média, 12 L de solução na aplicação. As irrigações das mudas foram realizadas diariamente, duas vezes ao dia, de manhã e de tarde, com mangueira adaptada com bico regador.

Na avaliação da emergência das plântulas, considerou-se como parcela experimental as 30 células centrais de cada bandeja. Sete dias após a semeadura, as plântulas de cada parcela foram contadas, e o

percentual de emergência calculado. Na avaliação do desenvolvimento das mudas de alface, cada parcela experimental foi constituída por dez mudas coletadas ao acaso, das 30 células centrais de cada bandeja, 26 dias após a semeadura. Os sistemas radiculares dessas mudas foram imersos em água corrente para a retirada do excesso de substrato e secados em papel toalha por 10 min. Em seguida, foram determinados massa de matéria fresca da parte aérea e do sistema radicular, altura (comprimento da parte aérea) e número de folhas das mudas.

Para o crescimento das plantas de alface, foram utilizados vasos de 2,0 L que continham o substrato solo e areia na proporção 1:1 (v:v), previamente adubado com 120 g de superfosfato simples para cada 20 L da mistura (m:v). Uma muda de alface foi transplantada para cada vaso, 28 dias após a semeadura, com nove tratamentos em arranjo fatorial 3x3, como descrito anteriormente. Cada parcela experimental foi constituída por uma planta por vaso. Após o transplântio, os vasos foram colocados sobre bancada telada em casa de vegetação e irrigados diariamente, quando necessário, duas vezes ao dia, de manhã e de tarde, com mangueira adaptada com bico regador.

As plantas de alface foram coletadas 42 dias após o transplântio. Em seguida, os sistemas radiculares dessas plantas foram imersos em água corrente para a retirada do excesso de solo e secados em papel toalha por 10 min e determinou-se a massa de matéria fresca da parte aérea e do sistema radicular.

**Tabela 1.** Análises físico-químicas dos substratos formulado (SF), comercial (SC) e fibra de coco (FC), enriquecidos com diferentes doses do resíduo (% v:v, resíduo:substrato), realizadas no Laboratório de Análises de Solo Viçosa Ltda., MG<sup>(1)</sup>.

| Substratos com diferentes doses do resíduo (%) | pH em            | P                                   | K    | Ca   | Mg   | S    | N                             | CO                                 | C/N   | Zn  | Fe     | Mn  | Cu  | B     | Densidade |
|--|------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|-------------------------------|------------------------------------|-------|-----|--------|-----|-----|-------|-----------|
|  | H <sub>2</sub> O | ----- (dag kg <sup>-1</sup> ) ----- |      |      |      |      | --- (g kg <sup>-1</sup> ) --- | ----- (mg kg <sup>-1</sup> ) ----- |       |     |        |     |     |       |           |
| SF 0   | 5,75             | 0,47                                | 1,20 | 1,12 | 3,67 | 1,18 | 3,4                           | 29,6                               | 8,71  | 91  | 38,208 | 299 | 20  | 9,1   | 0,94      |
| SF 2   | 5,93             | 0,57                                | 1,04 | 1,12 | 3,49 | 1,25 | 3,4                           | 31,2                               | 9,17  | 89  | 42,707 | 294 | 20  | 7,6   | 0,94      |
| SF 4   | 5,94             | 0,53                                | 1,20 | 1,05 | 3,92 | 1,32 | 4,0                           | 34,3                               | 8,57  | 91  | 44,956 | 307 | 18  | 9,1   | 0,94      |
| SC 0   | 5,54             | 0,26                                | 0,22 | 1,40 | 0,77 | 0,44 | 5,5                           | 131,0                              | 23,81 | 51  | 8,516  | 105 | 29  | 13,6  | 0,64      |
| SC 2   | 6,00             | 0,23                                | 0,18 | 1,21 | 0,71 | 0,39 | 7,1                           | 124,8                              | 17,57 | 48  | 7,166  | 92  | 25  | 15,2  | 0,66      |
| SC 4   | 6,00             | 0,23                                | 0,21 | 1,26 | 0,88 | 0,42 | 6,8                           | 129,4                              | 19,02 | 51  | 7,616  | 90  | 27  | 13,6  | 0,66      |
| FC 0   | 5,95             | 0,15                                | 2,08 | 0,48 | 0,37 | 0,39 | 7,4                           | 254,2                              | 34,35 | 169 | 1,588  | 67  | 82  | 76,8  | 0,18      |
| FC 2   | 5,90             | 0,12                                | 1,20 | 0,70 | 0,33 | 0,31 | 8,3                           | 271,4                              | 32,69 | 176 | 1,273  | 63  | 88  | 100,8 | 0,17      |
| FC 4   | 5,88             | 0,14                                | 1,12 | 0,63 | 0,26 | 0,29 | 9,9                           | 276,1                              | 27,88 | 162 | 1,273  | 55  | 108 | 87,9  | 0,18      |

<sup>(1)</sup>Teores totais de P, K, Ca, Mg e S determinados em extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico); de N pelo método de Kjeldahl; e de CO, carbono orgânico, pelo método Walkley-Black.

Os dados da massa de matéria fresca da parte aérea, do sistema radicular e de altura de mudas foram transformados em  $\text{Log}_{10}(x)$ . Os dados obtidos, transformados ou não, foram submetidos ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade, e as pressuposições de normalidade do erro e a homogeneidade de variância do erro foram analisadas, respectivamente, pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Bartlett, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com uso do programa Statistica (Statsoft, 2001).

### Resultados e Discussão

Os tipos de substratos e as doses de resíduo de arroz com *P. chlamydosporia* var. *chlamydosporia* apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ) para todas as variáveis relacionadas ao desenvolvimento das mudas e das plantas de alface.

A maior emergência foi verificada na testemunha (sem o resíduo) em fibra de coco (Tabela 2). A menor emergência também foi observada nesse tipo de substrato, com a dose de resíduo a 4%. A maior quantidade de resíduo nesse tratamento provavelmente inibiu a germinação das sementes de alface na fibra de coco. Entretanto, a emergência das plântulas não foi afetada significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo aumento da concentração do resíduo nos substratos formulado e comercial. A fibra de coco, por ser um material leve e solto, proporciona excelentes condições para a germinação das sementes e, conseqüentemente, contribui para o maior índice de emergência das plântulas. Resultados semelhantes foram obtidos por Trani et al. (2004), que observaram excelente

emergência de plântulas de alface com esse tipo de substrato.

As mudas apresentaram desenvolvimento semelhante em relação às variáveis massa de matéria fresca da parte aérea e do sistema radicular, altura e número de folhas (Tabelas 3 e 4). O maior desenvolvimento das mudas de alface ocorreu no substrato formulado. Entre os tratamentos, o maior desenvolvimento foi observado na testemunha (sem o resíduo) do substrato formulado, que apresentou as maiores massas da parte aérea e do sistema radicular, altura e número de folhas das mudas de alface. De acordo com Katayama (1993), o crescimento da alface é lento até 30 dias após a emergência, mas aumenta rapidamente após esse período. Apesar de absorverem quantidades relativamente pequenas de nutrientes, em comparação a outras culturas, em razão do seu ciclo curto (50 a

**Tabela 2.** Efeito da aplicação de diferentes doses (0, 2 e 4%) do resíduo de arroz com *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* em substratos para produção de mudas na percentagem de emergência de plântulas de alface, sete dias após a semeadura<sup>(1)</sup>.

| Tipos de substrato | Emergência (%) |         |         | Média |
|--------------------|----------------|---------|---------|-------|
|                    | 0              | 2       | 4       |       |
| Formulado          | 81,7Aab        | 73,3Ab  | 72,8Aab | 75,9  |
| Comercial          | 75,6Ab         | 87,8Aab | 86,7Aa  | 83,3  |
| Fibra de coco      | 95,0Aa         | 93,3Aa  | 66,7Bb  | 85,0  |
| Média              | 84,1           | 84,8    | 75,4    |       |
| CV (%)             | 13,40          |         |         |       |

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

**Tabela 3.** Efeito da aplicação de diferentes doses (0, 2 e 4%) do resíduo de arroz com *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* em substratos para produção de mudas nas massas de matéria fresca da parte aérea (MFPA) e do sistema radicular (MFSR) de mudas de alface, 26 dias após a semeadura<sup>(1)</sup>.

| Tipos de substrato | MFPA (g) |        |        | Média | MFSR (g) |        |        | Média |
|--------------------|----------|--------|--------|-------|----------|--------|--------|-------|
|                    | 0        | 2      | 4      |       | 0        | 2      | 4      |       |
| Formulado          | 2,15Aa   | 1,24Ba | 0,41Ca | 1,27  | 0,58Aa   | 0,49Aa | 0,22Ba | 0,43  |
| Comercial          | 0,87Ab   | 0,39Bb | 0,06Cb | 0,44  | 0,25Ab   | 0,20Ab | 0,05Bb | 0,17  |
| Fibra de coco      | 0,13Ac   | 0,02Bc | 0,02Bc | 0,06  | 0,09Ac   | 0,03Bc | 0,02Cc | 0,05  |
| Média              | 1,05     | 0,55   | 0,17   |       | 0,30     | 0,24   | 0,10   |       |
| CV (%)             | 18,50    |        |        |       | 42,70    |        |        |       |

<sup>(1)</sup>Valores transformados para  $\text{Log}_{10}(x)$ . Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem, entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

70 dias), a alface é considerada uma espécie exigente em nutrientes, principalmente na fase final do ciclo. No presente trabalho, o substrato formulado foi o que apresentou maior densidade e maiores teores dos nutrientes P, Mg, S, Zn, Fe e Mn (Tabela 1), o que possivelmente proporcionou maior desenvolvimento das mudas de alface. Essas informações são indicativo de que alguns substratos comerciais apresentam composição nutricional inadequada para algumas espécies cultivadas, como foi observado. Em todos os substratos testados, verificou-se que o aumento da quantidade do resíduo prejudicou o desenvolvimento das mudas de alface, e que esse efeito foi mais acentuado na dose do resíduo a 4% nos substratos formulado e comercial. Nestes dois substratos, a testemunha e a dose de resíduo a 2% não diferiram entre si e não foram suficientes para reduzir a massa do sistema radicular das mudas de alface. Na fibra de coco, as doses do resíduo, de 2 e 4%, não diferiram entre si, mas foram suficientes para reduzir a massa de matéria fresca da parte aérea, a altura e o número de folhas das mudas de alface, quando comparadas à testemunha. A fibra de coco, por ser um material naturalmente com baixo teor de nutrientes disponíveis, proporcionou reduzido desenvolvimento das mudas de alface, o que também foi constatado por Trani et al. (2004) e Lopes et al. (2007). A utilização desse tipo de substrato na produção de mudas de hortaliças exige um manejo da fertirrigação mais criterioso e intenso para que se obtenham mudas bem desenvolvidas. Outra opção de utilização da fibra de coco é a mistura com outros tipos de substratos ou componentes na formulação de substratos (Trani et al., 2004).

A menor relação C:N dos substratos formulado e comercial provavelmente favoreceu a liberação mais fácil de nutrientes, em especial nitrogênio,

para a solução do meio (Tabela 1). A fibra de coco, em comparação aos substratos testados, apresenta menor disponibilidade de nutrientes e relação C:N muito superior, o que resulta em pouca liberação de nutrientes para o meio. Na competição por nutrientes, geralmente, os microrganismos são mais eficientes em aproveitar os nutrientes disponíveis no solo do que as raízes das plantas (Wolf & Wagner, 2005). Por isso, a menor disponibilidade de nutrientes na fibra de coco reduziu o desenvolvimento das mudas de alface.

O efeito de fontes de carbono e nitrogênio, relação C:N e pH inicial no crescimento de *P. chlamydosporia* foi avaliado por Mo et al. (2005), que observaram que o crescimento micelial e a esporulação são influenciados pelos componentes do meio e pelas condições da cultura. A alta produção de conídios foi obtida principalmente em meios líquidos com relação C:N de 10:1 e pH inicial de 3,7. No presente trabalho, a relação C:N próxima de 10:1 foi verificada no substrato formulado com as diferentes doses do resíduo e, possivelmente, contribuiu para o maior desenvolvimento das mudas nesse tipo de substrato.

Em outros trabalhos, como os realizados por Coutinho et al. (2009) e Dallemole-Giaretta et al. (2010a, 2010b), foram testadas diferentes formas de aplicação combinada de *P. chlamydosporia* com materiais orgânicos. Dallemole-Giaretta et al. (2010a) avaliaram o efeito da farinha de sementes de abóbora (FSA) e *P. chlamydosporia* var. *chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica* e observaram, visualmente, que doses a partir de 20 g de FSA kg<sup>-1</sup> de solo apresentaram efeito fitotóxico em tomateiros. Portanto, dependendo do tipo, da quantidade e da qualidade do material orgânico utilizado para aplicar o fungo, o desenvolvimento das mudas e das plantas pode ser afetado.

**Tabela 4.** Efeito da aplicação de diferentes doses (0, 2 e 4%) do resíduo de arroz com *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* em substratos para produção de mudas na altura e no número de folhas de mudas de alface, 26 dias após a semeadura.

| Tipos de substrato | Altura (cm) <sup>(1)</sup> |        |        | Média | Número de folhas |       |       | Média |
|--------------------|----------------------------|--------|--------|-------|------------------|-------|-------|-------|
|                    | 0                          | 2      | 4      |       | 0                | 2     | 4     |       |
| Formulado          | 8,89Aa                     | 6,53Ba | 3,73Ca | 6,38  | 10,4Aa           | 9,6Ba | 7,6Ca | 9,2   |
| Comercial          | 5,14Ab                     | 3,54Bb | 1,50Cb | 3,39  | 8,4Ab            | 7,6Bb | 5,3Cb | 7,1   |
| Fibra de coco      | 2,28Ac                     | 1,19Bc | 1,15Bc | 1,54  | 6,3Ac            | 3,7Bc | 3,6Bc | 4,5   |
| Média              | 5,44                       | 3,75   | 2,13   |       | 8,4              | 7,0   | 5,5   |       |
| CV (%)             |                            | 1,20   |        |       |                  | 4,80  |       |       |

<sup>(1)</sup>Valores transformados para Log<sub>10</sub>(x). Médias seguidas de letra iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem, entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O aumento da taxa de aplicação de clamidósporos de *P. chlamydosporia* aumenta sua densidade no solo, sem necessariamente aumentar a colonização da rizosfera. A multiplicação de *P. chlamydosporia* também pode ser limitada, pois o fungo pode ser dependente de sua densidade e competir por nutrientes limitantes no solo (Bourne & Kerry, 1999). Zou et al. (2007) obtiveram 1.018 isolados bacterianos do solo e observaram que 32% desses isolados apresentaram efeito inibitório, de intensidade variada, na germinação de conídios e no crescimento micelial de *Paecilomyces lilacinus* e *P. chlamydosporia*. No presente trabalho, o desenvolvimento das mudas foi afetado pela relação C:N dos diferentes substratos.

As massas da parte aérea e do sistema radicular das plantas apresentaram desenvolvimento semelhante em ambas as variáveis (Tabela 5). O substrato formulado foi o que proporcionou maior desenvolvimento das plantas de alface, seguido do substrato comercial e da fibra de coco. No substrato formulado, verificou-se que as doses do resíduo não afetaram as massas da parte aérea e do sistema radicular das plantas. No substrato comercial, a testemunha e a dose do resíduo a 2% não diferiram entre si, e foram as que promoveram maior desenvolvimento das plantas de alface, enquanto, na fibra de coco, a testemunha foi a que proporcionou maior desenvolvimento das plantas. Entretanto, as mudas produzidas em fibra de coco resultaram no menor desenvolvimento das plantas de alface nos vasos.

As avaliações do desenvolvimento das mudas e das plantas de alface indicam que a dose do resíduo a 2% nos substratos formulado e comercial, apesar de provocar atraso no desenvolvimento das mudas na fase de sementeira, não afetou o desenvolvimento das plantas de alface nos vasos. É possível que o

resíduo com *P. chlamydosporia* var. *chlamydosporia* tenha promovido o crescimento das plantas de alface após o transplântio das mudas para os vasos, pois alguns isolados de *P. chlamydosporia* atuam como promotores de crescimento da planta, como observado em trigo, tomate e cevada (Monfort et al., 2005; Dallemolle-Giaretta, 2008; Marciá-Vicente et al., 2009). Além disso, o fungo pode colonizar endofítica e externamente a rizosfera de plantas, a exemplo da cevada e do tomateiro (Bordallo et al., 2002; Lopez-Llorca et al., 2002; Dallemolle-Giaretta, 2008), o que aumenta a absorção de nutrientes para a planta. Algumas espécies de plantas, como repolho, crotalária, couve, milho e tomateiro, permitem extensa colonização de sua rizosfera por *P. chlamydosporia* e são consideradas boas hospedeiras para o fungo, enquanto outras, a exemplo da berinjela, do quiabo, da soja e do feijão, não permitem crescimento rizosférico satisfatório (Bourne et al., 1994, 1996; Bourne & Kerry, 1999; Bourne, 2001). Em plantas de alface, ainda são necessários estudos sobre a colonização das raízes e o efeito da promoção de crescimento de *P. chlamydosporia* var. *chlamydosporia*.

A mistura do resíduo contendo *P. chlamydosporia* var. *chlamydosporia* com diferentes tipos de substratos para mudas ou fertilizantes orgânicos, comumente utilizados pelos agricultores no cultivo de hortaliças, é uma maneira simples e relativamente barata de aproveitamento desse resíduo na agricultura. Além disso, pode ser uma forma de introdução desse agente de biocontrole no solo de áreas cultivadas com hortaliças e naturalmente infestado com o nematoide-das-galhas. A utilização do resíduo até 2% v:v nos substratos formulado e comercial para produção de mudas é viável, sem prejudicar o desenvolvimento das plantas de alface após o transplântio.

**Tabela 5.** Efeito da aplicação de diferentes doses (0, 2 e 4%) do resíduo de arroz com *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* em substratos para produção de mudas nas massas de matéria fresca da parte aérea (MFPA) e do sistema radicular (MFSR) das plantas de alface, 42 dias após o transplântio das mudas<sup>(1)</sup>.

| Tipos de substrato | MFPA (g) |         |         | Média | MFSR (g) |         |         | Média |
|--------------------|----------|---------|---------|-------|----------|---------|---------|-------|
|                    | 0        | 2       | 4       |       | 0        | 2       | 4       |       |
| Formulado          | 46,78Aa  | 48,20Aa | 47,38Aa | 47,45 | 32,25Aa  | 34,30Aa | 30,67Aa | 32,41 |
| Comercial          | 39,78ABb | 42,80Ab | 36,09Bb | 39,56 | 26,02ABb | 28,84Aa | 22,32Bb | 25,73 |
| Fibra de coco      | 33,88Ac  | 23,90Bc | 19,27Cc | 25,68 | 23,65Ab  | 14,86Bb | 11,71Bc | 16,74 |
| Média              | 40,14    | 38,30   | 34,25   |       | 27,31    | 26,00   | 21,57   |       |
| CV (%)             |          | 8,24    |         |       |          | 24,47   |         |       |

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

## Conclusões

1. É viável o aproveitamento do resíduo de arroz, resultante do processo de produção de *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia*, em mistura de até 2% nos substratos formulado e comercial, para a produção de mudas de alface.

2. A utilização do resíduo, em mistura de até 4 e 2% nos substratos formulado e comercial, respectivamente, não afeta o desenvolvimento de plantas de alface.

## Agradecimentos

À Rizoflora Biotecnologia, pelo fornecimento do resíduo da produção de *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* para realização do experimento; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsa.

## Referências

- BORDALLO, J.J.; LOPEZ-LLORCA, L.V.; JANSSON, H.B.; SALINAS, J.; PERSMARK, L.; ASENSIO, L. Colonization of plant roots by egg-parasitic and nematode-trapping fungi. **New Phytologist**, v.154, p.491-499, 2002.
- BOURNE, J.M. Making a soil suppressive to root-knot nematodes by applications of *Verticillium chlamydosporium*. **IOBC/WPRS Bulletin**, v.24, p.25-30, 2001.
- BOURNE, J.M.; KERRY, B.R. Effect of the host plant on the efficacy of *Verticillium chlamydosporium* as a biological control agent of root-knot nematodes at different nematode densities and fungal application rates. **Soil Biology and Biochemistry**, v.31, p.75-84, 1999.
- BOURNE, J.M.; KERRY, B.R.; DE LEIJ, F.A.A.M. Methods for the study of *Verticillium chlamydosporium* in the rhizosphere. **Journal of Nematology**, v.26, p.587-591, 1994.
- BOURNE, J.M.; KERRY, B.R.; DE LEIJ, F.A.A.M. The importance of the host plant on the interaction between root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and the nematophagous fungus *Verticillium chlamydosporium* Goddard. **Biocontrol Science and Technology**, v.6, p.539-548, 1996.
- COUTINHO, M.M.; FREITAS, L.G.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; NEVES, W.S.; LOPES, E.A.; FERRAZ, S. Controle de *Meloidogyne javanica* com *Pochonia chlamydosporia* e farinha de sementes de mamão. **Nematologia Brasileira**, v.33, p.169-175, 2009.
- DALLEMOLE-GIARETTA, R. **Isolamento, identificação e avaliação de *Pochonia chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica* e na promoção de crescimento de tomateiro**. 2008. 83p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L.G.; COUTINHO, M.M.; NEVES, W.S.; ZOOCA, R.J.F.; FERRAZ, S. Efeito da farinha de sementes de abóbora e de *Pochonia chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.34, p.91-97, 2010a.
- DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L.G.; ZOOCA, R.J.F.; CAIXETA, L.B.; LOPES, E.A.; FERRAZ, S. Controle de *Meloidogyne javanica* por meio da aplicação de palha de café colonizada por *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia*. **Nematologia Brasileira**, v.34, p.137-140, 2010b.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L.G. de; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: UFV, 2010. 304p.
- GASPARD, T.; JAFFEE, B.A.; FERRIS, H. Association of *Verticillium chlamydosporium* and *Paecilomyces lilacinus* with root-knot nematode infested soil. **Journal of Nematology**, v.22, p.207-213, 1990.
- GOMES, J.M.; SILVA, A.R. Os substratos e sua influência na qualidade das mudas. In: BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; PEDROSA, M.W.; SEDIYAMA, M.A.N. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p.190-225.
- KÄMPF, A.N. Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. In: BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; PEDROSA, M.W.; SEDIYAMA, M.A.N. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p.3-10.
- KÄMPF, A.N. Materiais regionais para elaboração de substratos para plantas. In: FÓRUM CATARINENSE DA FLORICULTURA, 12., 2008, Joinville. **Anais**. Joinville: Boa Vista Paisagismo, 2008. 7p.
- KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p.139-145.
- KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. da (Ed.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.141-148.
- KERRY, B.R.; BOURNE, J.M. **A manual for research on *Verticillium chlamydosporium*: a potential biological control agent for root-knot nematodes**. Gent: IOBC-WPRS, 2002. 84p.
- LOPES, E.A. **Formulação de condicionadores de solo com propriedades nematocidas**. 2007. 99p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LOPES, J.L.W.; BOARO, C.S.F.; PERES, M.R.; GUIMARÃES, V.F. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. **Biotemas**, v.20, p.19-25, 2007.
- LOPEZ-LLORCA, L.V.; BORDALLO, J.J.; SALINAS, J.; MONFORT, E.; LÓPEZ-SERNA M.L. Use of light and scanning electron microscopy to examine colonisation of barley rhizosphere by the nematophagous *Verticillium chlamydosporium*. **Micron**, v.33, p.61-67, 2002.
- MARCIÁ-VICENTE, J.G.; ROSSO, L.C.; CIANCIO, A.; JANSON, H.B.; LOPEZ-LLORCA, L.V. Colonisation of roots by endophytic *Fusarium equiseti* and *Pochonia chlamydosporia*:  
 Pesq. agropec. bras., Brasília, v.47, n.7, p.983-990, jul. 2012

effects on plant growth and disease. **Annals of Applied Biology**, v.155, p.391-401, 2009.

MO, M.; XU, C.K.; ZHANG, K.Q. Effects of carbon and nitrogen sources, carbon-to-nitrogen ratio, and initial pH on the growth of nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* in liquid culture. **Mycopathologia**, v.159, p.381-387, 2005.

MONFORT, E.; LOPEZ-LLORCA, L.V.; JANSSON, H.B.; SALINAS, J.; PARK, J.O.; SIVASITHAMPARAM, K. Colonisation of seminal roots of wheat and barley by egg-parasitic nematophagous fungi and their effects on *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* and development of root-rot. **Soil Biology and Biochemistry**, v.37, p.1229-1235, 2005.

STATSOFT. **Statistica**. Version 7.0. Tulsa: Statsoft, 2001. Available at: <<http://www.statsoft.com>>. Accessed on: 18 Dec. 2001.

TRANI, P.E.; FELTRIN, D.M.; POTT, C.A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.256-260, 2007.

TRANI, P.E.; NOVO, M.C.S.S.; CAVALLARO JÚNIOR, M.L.; TELLES, L.M.G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.290-294, 2004.

WOLF, D.C.; WAGNER, G.H. Carbon transformations and soil organic matter formation. In: SYLVIA, D.M.; FUHRMANN, J.J.; HARTEL, P.G.; ZUBERER, D.A. (Ed.). **Principles and applications of soil microbiology**. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2005. p.285-332.

ZOU, C.S.; MO, M.H.; GU, Y.Q.; ZHOU, J.P.; ZHANG, K.Q. Possible contributions of volatile-producing bacteria to soil fungistasis. **Soil Biology and Biochemistry**, v.39, p.2371-2379, 2007.

---

Recebido em 16 de fevereiro de 2012 e aprovado em 29 de maio de 2012