

Dinâmica Populacional de Fungos Benéficos em Solos nos Sistemas de Cultivo Convencional e Orgânico de Morangueiro



Foto: Miguel Michereff Filho

ISSN 1677-2229

Novembro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 60

Dinâmica Populacional de Fungos Benéficos em Solos nos Sistemas de Cultivo Convencional e Orgânico de Morangueiro

Karla Fernanda Ayres de Souza Silva
Miguel Michereff Filho
João Batista Tavares da Silva
Irene Martins
Carolina Oliveira Isaias
Francisco Vilela Resende
Ronaldo Setti de Liz
Elenice Alves Barboza
Sueli Corrêa Marques de Mello

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças

Br 060 km 09

Caixa Postal 218

Brasília – DF

CEP 70351-970

Fone: + 55-61-3385.9110

Fax: + 55-61-3556.5744

Home page www.cnph.embrapa.br

E-mail: sac@cnph.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: Warley Marcos Nascimento

Editora técnica: Mirtes Freitas Lima

Membros: Jadir Borges Pinheiro

Miguel Michereff Filho

Milza Moreira Lana

Ronessa Bartolomeu de Souza

Normalização bibliográfica: Rosane Mendes Parmagnani

1ª edição

1ª impressão (2009): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em Parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9,610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Hortaliças**

Silva, Karla Fernanda Ayres de Souza

Dinâmica populacional de fungos benéficos em solos nos sistemas de cultivo convencional e orgânico de morangueiro / Karla Fernanda Ayres de Souza Silva [et al...]. – Brasília : Embrapa Hortaliças, 2009.

25 p. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças , ISSN 1677-2229 ; 60)

1. Morango – Cultivo orgânico - Fungo. 2. Fungo – Dinâmica populacional. I. Michereff Filho, Miguel. II. Silva, João Batista Tavares da. III. Martins, Irene. IV. Isaías, Carolina Oliveira. V. Resende, Francisco Vilela. VI. Liz, Ronaldo Setti de. VII. Barboza, Elenice Alves. VIII. Mello, Sueli Corrêa Marques de. IX. Título. X. Série.

CDD 634.75

© Embrapa, 2009

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	14
Conclusões	19
Agradecimentos	20
Referências Bibliográficas	21

Dinâmica populacional de fungos benéficos em solos nos sistemas de cultivo convencional e orgânico de morangueiro

Karla Fernanda Ayres de Souza Silva¹

Miguel Michereff-Filho²

João Batista Tavares da Silva³

Irene Martins⁴

Carolina Oliveira Isaías⁵

Francisco Vilela Resende²

Ronaldo Setti de Liz⁶

Elenice Alves Barboza⁷

Sueli Corrêa Marques de Mello⁸

Resumo

Os solos brasileiros apresentam grande diversidade de microrganismos, envolvendo grupos taxonomicamente distintos importantes na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e agregação do solo. Nessa microbiota há vários fungos que podem atuar como agentes de controle biológico de invertebrados e de fitopatógenos. Este

¹ Bióloga, Bolsista CNPq/RHAE-DTI. e-mail: kanandayres@hotmail.com

² Eng. Agr., D.Sc., Embrapa Hortaliças, Caixa Postal 218, CEP 70359-970 Brasília - DF

³ Biólogo, D.Sc., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70770-900 Brasília - DF

⁴ Bióloga, M.Sc., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

⁵ Estudante de Biologia, Centro Universitário de Brasília, CEP 70919-900, Brasília

⁶ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Hortaliças, Caixa Postal 218 CEP 70359-970 Brasília - DF

⁷ Estudante de Agronomia, Universidade de Brasília, CEP 70919-900, Brasília – DF

⁸ Eng. Agr., D.Sc., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 02372, CEP 70770-900 Brasília – DF

trabalho teve por objetivo avaliar a influência do sistema de produção do morangueiro em área de Cerrado e do tipo de cobertura do solo sobre populações de fungos benéficos. Amostras de solo foram coletadas em sistemas de cultivos orgânico e convencional de morangueiro em área de cerrado, em três estágios de desenvolvimento (início, frutificação e final da safra). No cultivo orgânico foram testadas três diferentes coberturas (amendoim forrageiro, grama esmeralda e palha seca de capim napier), enquanto o cultivo convencional seguiu as práticas da região e incluiu cobertura do solo por plástico preto “mulching”. Para isolamento utilizaram-se diluições seriadas e plaqueamentos em meio seletivo. Foram quantificados e identificados os fungos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* e *Trichoderma* spp. O *P. lilacinus* ocorreu em todos os solos, assim como o *Trichoderma* spp., enquanto que *M. anisopliae* e *B. bassiana* não foram detectados em solos do cultivo convencional. As coberturas de solo constituídas por amendoim forrageiro e por palha seca de capim napier foram as mais favoráveis para as espécies *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. lilacinus* ao longo do período de cultivo do morangueiro orgânico, já para o *Trichoderma* spp. a cobertura com grama esmeralda foi a mais favorável. Os maiores níveis populacionais destes fungos ocorreram no final do cultivo, enquanto *Trichoderma* spp. predominou no estágio da frutificação. Houve influência do sistema de cultivo, da cobertura do solo e do estágio de desenvolvimento do morangueiro na dinâmica populacional dos fungos benéficos em solos de cerrado.

Population Dynamics of Beneficial Fungi in Soils of Strawberry in the Conventional and Organic Cropping Systems

Abstract

*Brazilian soils display a considerable microbial diversity, involving taxonomically distinct groups that act as decomposers of organic matter and nutrient recyclers, besides their role in soil aggregation. Within these microbes there are several species with potential as biological control agents of arthropods and plant pathogens. This study evaluated the influence of strawberry production systems in a savanna-like region (Cerrado) and soil covers on populations of beneficial fungi. Soil samples from organic and conventional strawberry plots were collected in three developmental stages (vegetative, fruiting and senescence). Three different covering conditions were tested in organic areas (green covering with forage peanut or emerald grass, and mulching with dry napier grass), whereas local farmer practices were adopted in conventional plots, including mulching with black plastic. Fungal isolation from soil samples was performed through a serial dilution technique and plating on a selective medium. *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma* spp. were recovered from soil samples. *P. lilacinus* and *Trichoderma* spp. were isolated from all samples, whereas *M. anisopliae* and *B. bassiana* were not detected in samples from conventional plots. Soil covers based on forage peanuts and dry napier grass were the most favorable for isolation of invertebrate-pathogenic*

fungi in organic strawberry fields. On the other hand, green cover with emerald grass was most favorable for isolation of Trichoderma spp. Population peaks of invertebrate-pathogenic fungi were recorded during the senescence stage of strawberries, whereas Trichoderma spp. were more prevalent at the fruiting stage. These results show the influence of production systems, soil covers and developmental stage of strawberry plants on the population dynamics of beneficial fungi at the Cerrado.

Index terms: *beneficial microorganisms, entomopathogenic fungi, antagonist fungi, Fragaria x ananassa, cropping system.*

Introdução

A cultura de morango no mundo ocupa cerca de 3,5 milhões de hectares, mas somente dez países concentram a maior parte dessa área de cultivo, destacando-se os Estados Unidos como maior produtor mundial (INSTITUTO FNP, 2008). O Brasil ainda não aparece nas estatísticas entre os grandes produtores, mas começa a ganhar espaço devido às condições favoráveis de clima e por produzir morango em quase todos os meses do ano (MADAIL et al., 2007).

A cultura do morangueiro é produzida principalmente através da agricultura familiar que demanda elevado contingente de mão de obra (representando 10% da produção) com geração de empregos durante todo o seu ciclo, sendo uma cultura de grande importância socioeconômica (TANAKA et al., 2005; MADAIL et al., 2007). O morangueiro é cultivado em vários estados brasileiros como o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal, com predominância do cultivo em pequenas propriedades rurais (EMBRAPA, 2005). No Distrito Federal atingiu aproximadamente 83 hectares de área plantada com uma produção de 2,5 mil toneladas, cultivado em meados de março-abril e com colheita de junho a dezembro (HENZ et al., 2008).

Nos últimos anos, implementou-se o uso de sistemas diferenciados de produção de morango, como o sistema convencional e o sistema orgânico. No sistema convencional alguns produtores não obedecem às regras específicas e utilizam insumos químicos em todas as etapas da produção. Já o sistema orgânico se preocupa com modelos agrícolas ecologicamente equilibrados e estáveis, livres de resíduos tóxicos, resultando em alimentos saudáveis, produzidos em harmonia com o meio ambiente e com as reais necessidades do consumo humano (MADAIL et al., 2007). A cultura do morangueiro exige a cobertura do solo para evitar o contato dos frutos com o mesmo, e dessa maneira diminuir o desenvolvimento de fungos causadores de podridões.

Também é usada para o controle de plantas daninhas e para manter a temperatura, a umidade e a biomassa microbiana do solo, por isso, ajuda no desenvolvimento da cultura (CASTRO et al., 2003; GARBEVA et al., 2004).

O solo apresenta grande diversidade de microrganismos, envolvendo grupos taxonomicamente distintos e muito importantes na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e agregação do solo. No Brasil existem poucas informações sobre levantamentos sistemáticos e avaliações dos efeitos de fatores ambientais em fungos benéficos, que ocasionam doenças em invertebrados e em antagonistas de fitopatógenos nos solos agrícolas. Na sua maioria, os estudos concentram-se em agroecossistemas manejados sob modelos de agricultura convencional (MELO, 1991; TIGANO-MILANI et al., 1993; SOZA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1994; SOSA-GÓMEZ et al., 2001).

Informações sobre a influência dos sistemas de produção orgânica na dinâmica das populações edáficas de fungos de invertebrados e antagonistas de fitopatógenos são essenciais para subsidiar o desenvolvimento de novas tecnologias para a preservação e o incremento destes microrganismos nos agroecossistemas, visando maior eficiência do controle biológico (BARBOSA, 1998) de organismos nocivos às culturas.

Adicionalmente, nos sistemas orgânicos há grande possibilidade de descoberta de isolados de agentes microbianos benéficos com persistência e atividade superiores aos obtidos em sistemas convencionais, ampliando-se as perspectivas para desenvolvimento de produtos mais promissores para serem usados como alternativos aos pesticidas químicos.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do sistema de produção do morangueiro e do tipo de cobertura do solo sobre populações de fungos benéficos dos gêneros *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces* e *Trichoderma*.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Embrapa Hortaliças (CNPQ), Gama - DF, no período de maio a novembro de 2008. Os levantamentos foram efetuados em cultivos de morangueiro, cv. Oso grande, nos sistemas de produção orgânica e convencional. O solo predominante em ambas as áreas foi classificado como Latossolo Distroférrico (EMBRAPA, 1999).

O levantamento no sistema de produção orgânica de morango foi efetuado na Área de Pesquisa e Produção Orgânica de Hortaliças (APOH), em experimento sobre tipos de cobertura do solo conduzido por Silva *et al.* (2009), constituído por 16 parcelas, cada uma com 4,25 m² e 28 plantas de morangueiro, no espaçamento de 0,30 x 0,30 m. Os tratamentos avaliados foram: cobertura viva de amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) entre as linhas de plantio; cobertura viva de grama esmeralda (*Zoysia japonica*) entre as linhas de plantio; cobertura morta constituída por palha seca de capim-elefante “Napier” (*Pennisetum purpureum*) e cobertura de plástico preto “mulching” no cultivo convencional seguindo as práticas da região (Figura 1).

Para o plantio das mudas no sistema orgânico, foram feitos sulcos nas coberturas vivas e mortas e adubados com termofosfato e com o composto de farelos anaeróbico. Adicionalmente, foram aplicados 400 kg/ha de N, na forma de bokashi (equivalente a 20 t/ha do fertilizante), com 40% no plantio e 60% distribuídos em quatro coberturas, aos 30, 60, 90 e 120 dias após o transplante; nestas épocas também foram efetuadas adubações em cobertura com cinzas, para fornecimento de potássio, na dose de 50 kg/ha de K₂O por aplicação, equivalente a 500 kg ha⁻¹ de cinzas de madeira.

O levantamento no sistema de produção convencional foi realizado em canteiros de morangueiro, de 15,0x1,5 m, no espaçamento de 0,30 x 0,30 m e com “mulching” de plástico preto, pertencente à Vitrine Tecnológica da Embrapa Hortaliças. Neste sistema foi utilizada

adubação química e adotaram-se as práticas agronômicas recomendadas para a região (LOPES et al., 2005).



Fotos: Miguel Michereff Filho

Fig. 1. Sistemas de cultivo de morangueiro e tipos de cobertura do solo envolvidos no estudo. A – Sistema convencional, com “mulching” preto; B – Sistema orgânico, com cobertura do solo por palha capim-elefante Napier; C - Sistema orgânico, tendo cobertura do solo com grama esmeralda e D - Sistema orgânico, com cobertura do solo com amendoim forrageiro. Gama-DF, CNPH.

Em cada sistema de produção de morangueiro e tipo de cobertura do solo, em quatro diferentes situações, foram coletadas quatro amostras compostas de solo (4 subamostras/ponto de coleta), de aproximadamente 500 g, nos primeiros 5 cm de profundidade, em quatro pontos selecionados aleatoriamente na área próximos à rizosfera. Estas amostras foram retiradas em três estádios de desenvolvimento da cultura: no início do cultivo (30 dias após o transplântio-DAT), na fase de frutificação (60 DAT) e no final da safra (120 DAT). Após a coleta, as amostras de solos foram armazenadas em geladeira (10°C) até o isolamento dos microrganismos.

Cerca de 10g cada amostra de solo foram adicionadas em Erlenmeyer contendo 90mL de água estéril e espalhante adesivo (Tween 80 - 0,1%) e a suspensão resultante foi mantida sob agitação (200 rpm) durante 40 minutos. Em seguida foram preparadas diluições decimais (10^{-1} a 10^{-3}) e 0,2 mL de cada diluição foram pipetados em placas de Petri com meio seletivo para cada tipo de fungo, em seis repetições por diluição.

Fungos patogênicos a invertebrados – utilizou-se meio seletivo contendo Dodine (adaptado de CHASE et al., 1986). As placas foram mantidas em B.O.D. a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas, por 14 dias. Após este período, as colônias com características das espécies em estudo foram quantificadas ao microscópio estereoscópio. Para a identificação dos fungos patogênicos a invertebrados foram preparadas lâminas para verificação ao microscópio óptico e utilizadas chaves taxonômicas encontradas em Alves (1998), Humber (1997) e Samson et al. (1988). Os fungos de invertebrados avaliados nos isolamentos foram: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Paecilomyces lilacinus*. As espécies identificadas foram purificadas e armazenadas na Coleção de Fungos de Invertebrados no Laboratório de Micologia de Invertebrados da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Fungos antagonistas do gênero Trichoderma - utilizou-se o meio de Martin (MARTIN, 1950). As placas foram mantidas em B.O.D. a 25°C e fotofase de 12 horas, por sete dias. Após este período, as colônias com características de *Trichoderma* spp. foram examinadas ao microscópio óptico para verificação da presença de estruturas específicas. As colônias identificadas como sendo do gênero *Trichoderma* foram selecionadas e posteriormente transferidas para placas contendo BDA (Batata-Dextrose-Ágar). As espécies identificadas foram purificadas e armazenadas na Coleção de Culturas de Fungos para o Controle de Fitopatógenos e de Plantas Daninhas.

Em ambos os levantamentos, os dados expressos como unidades formadoras de colônia (UFC) por grama de solo seco, foram transformados em $[raiz(x + 1/2)]$ e submetidos à análise de variância (Anova), com arranjo em parcelas subdivididas no tempo, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Resultados e Discussão

A maioria das colônias dos fungos benéficos foi recuperada em plaqueamento com diluição de 100 vezes (Tabelas 1 a 4). O fungo *P. lilacinus*, importante agente de controle biológico de nematóides, foi detectado em todos os sistemas de produção e tipos de coberturas do solo (Tabela 1). As amostras de solo que apresentaram maior quantidade de UFC de *P. lilacinus* pertenceram ao sistema de cultivo orgânico com cobertura (morta) de palha de capim-elefante Napier, no início da safra e na fase de frutificação do morangueiro. Isto provavelmente ocorreu devido à natureza saprofítica de *P. lilacinus*, conforme constatado previamente por Rumbos e Kiewnick (2006). No final da safra do morangueiro as maiores populações de *P. lilacinus* ocorreram em solos sob cultivo orgânico com cobertura (viva) de amendoim forrageiro. No cultivo convencional foi constatada a presença deste fungo, porém, em níveis populacionais muito baixos em relação ao observado no sistema de produção orgânica.

Tanto *B. bassiana* quanto *M. anisopliae* não foram detectados no cultivo convencional com cobertura do plástico preto. Estes resultados podem estar relacionados diretamente à sobrevivência destas espécies de fungos no microclima abaixo da cobertura, onde prevalecem temperaturas e umidades elevadas. De acordo com Lingg e Donaldson (1981), a temperatura ideal do solo para a persistência de fungos entomopatogênicos varia amplamente de acordo com a linhagem do fungo, tipo de solo e umidade. Temperaturas baixas ou medianas e valores intermediários de saturação do solo favorecem a sobrevivência dos conídios, enquanto altas temperaturas e teores de saturação

elevados reduzem a sobrevivência (LANZA, et. al. 2004; STUDDERT; KAYA, 1990).

Tabela 1. Unidades formadoras de colônia (UFC) de *Paecilomyces lilacinus* por grama de solo seco de amostras coletadas em cultivos de morangueiro nos sistemas de produção convencional e orgânico. Gama - DF, CNPH.

Cultivo e cobertura do solo	UFC/g de solo ($\times 10^2$) ¹		
	Início do cultivo	Frutificação	Final da safra
Morango convencional – cobertura “mulching”	6,3 $\pm$ 1,3 c B	9,3 $\pm$ 1,2 b B	90,0 $\pm$ 6,2 c A
Morango orgânico – cobertura palha capim napier	39,0 $\pm$ 6,5 a B	75,0 $\pm$ 8,0 a B	400,0 $\pm$ 31,0 b A
Morango orgânico – cobertura grama esmeralda	19,0 $\pm$ 4,5 b B	42,0 $\pm$ 1,3 a B	450,0 $\pm$ 38,0 b A
Morango orgânico – cobertura amendoim forrageiro	29,0 $\pm$ 3,5 ab B	59,0 $\pm$ 2,5 a B	560,0 $\pm$ 40,0 a A
CV (%)	24,4	28,0	71,5

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (5%). Dados transformados em $\sqrt{(x + 1/2)}$ para as análises estatísticas.

O fungo *M. anisopliae* apresentou maior quantidade de UFC em cultivo orgânico com cobertura (viva) de amendoim forrageiro, predominando durante todos os estágios de desenvolvimento da planta (Tabela 2). Embora populações de *B. bassiana* tenham sido detectadas em solos sob influência das três coberturas utilizadas no cultivo orgânico, os maiores níveis populacionais deste fungo foram constatados no final da safra (Tabela 3). Isto poderia estar relacionado, pelo menos em parte, ao aumento progressivo das populações de artrópodes hospedeiros deste fungo ao longo do ciclo da cultura. Quesada-Moraga et al. (2007), relataram que a baixa disponibilidade de hospedeiros

suscetíveis no solo pode reduzir significativamente a persistência de *B. bassiana*. Por outro lado, conídios de *M. anisopliae* podem persistir no solo por mais tempo sem repetir infecção de hospedeiros do que *B. bassiana* (FARGUES; ROBERT, 1985; VÄNNINEN, 1996; BIDOCHKA et al., 1998).

Tabela 2. Unidades formadoras de colônia (UFC) de *Metarhizium anisopliae* por grama de solo seco de amostras coletadas em cultivos de morangueiro nos sistemas de produção convencional e orgânico. Gama - DF, CNPH.

Cultivo e cobertura do solo	UFC/g de solo ($\times 10^2$) ¹		
	Início do cultivo	Frutificação	Final da safra
Morango convencional – cobertura “mulching”	0,0 $\pm$ 0,0 b A	0,0 $\pm$ 0,0 c A	0,0 $\pm$ 0,0 d A
Morango orgânico – cobertura palha capim napier	2,5 $\pm$ 1,0 b C	34,0 $\pm$ 6,3 b B	69,0 $\pm$ 3,4 b A
Morango orgânico – cobertura grama esmeralda	0,0 $\pm$ 0,0 b B	18,0 $\pm$ 2,9 b A	22,0 $\pm$ 5,3 c A
Morango orgânico – cobertura amendoim forrageiro	49,0 $\pm$ 15,0 a C	93,0 $\pm$ 28,0 a B	260,0 $\pm$ 30,0 a A
CV (%)	73,9	88,3	90,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (5%). Dados transformados em $\sqrt{(x + 1/2)}$ para as análises estatísticas.

O fungo antagonista *Trichoderma* spp. foi detectado em todos os sistemas de produção e tipos de cobertura do solo (Tabela 4). As amostras de solo que apresentaram maior quantidade de UFC de *Trichoderma* spp. foram oriundas de cultivos orgânicos com cobertura (viva) de grama esmeralda, seguida pela cobertura (morta) de palha de capim-elefante Napier e do cultivo convencional com “mulching” de plástico preto, as quais não diferiram estatisticamente entre si. Por

outro lado, o cultivo orgânico com cobertura (viva) de amendoim forrageiro apresentou as menores populações deste antagonista (Tabela 4).

Tabela 3. Unidades formadoras de colônia (UFC) de *Beauveria bassiana* por grama de solo seco de amostras coletadas em cultivos de morangueiro nos sistemas de produção convencional e orgânico. Gama - DF, CNPH.

Cultivo e cobertura do solo	UFC/g de solo ($\times 10^2$) ¹		
	Início do cultivo	Frutificação	Final da safra
Morango convencional – cobertura “mulching”	0,0 $\pm$ 0,0 a A	0,0 $\pm$ 0,0 a A	0,0 $\pm$ 0,0 c A
Morango orgânico – cobertura palha capim napier	2,5 $\pm$ 1,8 a B	4,6 $\pm$ 3,0 a B	110,0 $\pm$ 33,0 ab A
Morango orgânico – cobertura grama esmeralda	1,9 $\pm$ 0,6 a B	3,1 $\pm$ 1,9 a B	80,0 $\pm$ 10,0 b A
Morango orgânico – cobertura amendoim forrageiro	2,8 $\pm$ 1,2 a B	5,0 $\pm$ 2,7 a B	150,0 $\pm$ 25,0 a A
CV (%)	50,0	62,8	75,9

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (5%). Dados transformados em $\sqrt{(x + 1/2)}$ para as análises estatísticas.

De acordo com os resultados, observou-se interação entre o tipo de cobertura do solo e o estágio de desenvolvimento da planta. Nas amostras de solo sob cultivo orgânico com cobertura (morta) de palha de capim-elefante Napier, os maiores picos populacionais de *Trichoderma* ocorreram na fase de frutificação do morangueiro, enquanto forte declínio foi constatado no final da safra, quando o solo encontrava-se com maior exposição em razão da reduzida e irregular distribuição de palha em sua superfície. Nos demais tipos de cobertura

(inclusive com “mulching” de plástico preto no sistema convencional), não houve diferença estatística no número de UFC entre as épocas de coleta. Assim, práticas que permitam a cobertura do solo com materiais orgânicos ou sintéticos por maior tempo podem favorecer a persistência e atividade do *Trichoderma* no solo e na rizosfera, trazendo benefícios para a agricultura (SAMPAIO; ARAÚJO, 2001). Além disso, os elevados níveis populacionais de *Trichoderma* spp. em solos sob cobertura de plástico preto (sistema convencional), provavelmente se devem à inativação de diversos microrganismos por meio do aquecimento do solo, reduzindo conseqüentemente a pressão da competição microbiana sobre aquele fungo antagonista (FERRAZ et al., 2003).

No conjunto dos resultados (Tabelas 1 a 4), constatou-se uma alternância entre níveis populacionais de *Trichoderma* spp. e dos fungos *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *P. lilacinus*. Na cobertura (viva) de grama esmeralda o fungo *Trichoderma* apresentou os maiores valores de UFC enquanto os demais fungos benéficos ocorreram em níveis populacionais pouco expressivos. Isto sugere a possibilidade de atividade antagonista do *Trichoderma* sobre os demais fungos benéficos, a exemplo do observado com *B. bassiana* e *M. anisopliae* por Moino Junior e Alves (1999).

Tabela 4. Unidades formadoras de colônia (UFC) de *Trichoderma* spp. por grama de solo seco de amostras coletadas em cultivos de morangueiro nos sistemas de produção convencional e orgânico. Gama - DF, CNPH.

Cultivo e cobertura do solo	UFC/g de solo ($\times 10^2$) ¹		
	Início do cultivo	Frutificação	Final da safra
Morango convencional – cobertura “mulching”	5,0 $\pm$ 2,9 ab A	11,0 $\pm$ 2,5 a A	8,3 $\pm$ 3,5 a A
Morango orgânico – cobertura palha capim napier	8,3 $\pm$ 2,2 ab AB	14,0 $\pm$ 2,8 a A	3,3 $\pm$ 2,4 a B
Morango orgânico – cobertura grama esmeralda	13,3 $\pm$ 2,4 a A	15,0 $\pm$ 3,7 a A	7,5 $\pm$ 2,1 a A
Morango orgânico – cobertura amendoim forrageiro	1,7 $\pm$ 0,1 b A	4,2 $\pm$ 2,1 b A	0,0 $\pm$ 0,0 b A
CV (%)	43,8	55,4	65,6

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (5%). Dados transformados em $\sqrt{(x + 1/2)}$ para as análises estatísticas.

Conclusões

- Sistema de produção, o tipo de cobertura do solo e estágio de desenvolvimento do morangueiro afetaram a dinâmica populacional dos fungos benéficos em solos de cerrado;
- Os fungos *P. lilacinus* e *Trichoderma* spp. ocorreram em todos os solos amostrados, enquanto *M. anisopliae* e *B. bassiana* somente ocorreram em níveis detectáveis nos solos sob cultivo orgânico de morangueiro;
- As coberturas de solo constituídas por amendoim forrageiro e por palha seca de capim-elefante Napier proporcionaram as

melhores condições para os fungos *P. lilacinus*, *M. anisopliae* e *B. bassiana*;

- A alternância entre níveis populacionais dos fungos *Trichoderma* spp., *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *P. lilacinus* ao longo do período de cultivo de morangueiro orgânico sugere a ação antagonista do primeiro sobre os demais grupos.

Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão das bolsas de Iniciação Científica concedida (PIBIC) e de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (DTI), através do programa RHAIE-Inovação e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA; Macroprograma 1/Grandes Desafios Nacionais, projeto em rede Bases Científicas e Tecnológicas para o Desenvolvimento da Agricultura Orgânica no Brasil), pelo suporte financeiro.

Referências

ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. Cap. 11, p. 189-282.

BARBOSA, P. **Conservation biological control**. San Diego: Academic Press, 1998.

BIDOCHKA, M. J.; KASPERSKI, J. E.; WILD, G. A. M. Occurrence of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in soils from temperate near-northern habitats. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 76, p. 1198-1204, 1998.

CAMARGO, L. S.; IGUE, T. Experiência sobre o efeito da cobertura do solo na produção do morangueiro. **Bragantia**, Campinas, v. 32, p. 149-169, 1973.

CASTRO, R. L.; CASALI, V. W. D.; BARRELLA, T. P.; SANTOS, R. H. S.; CRUZ, C. D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, p. 227-230, 2003.

CHASE, A. R. L.; OSBORNE, S.; FERGUSON, V. M. Selective isolation of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, and *Metarhizium anisopliae*, from an artificial potting medium. **Florida Entomologist**, Florida, v. 69, p. 285-292. 1986.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Morango**. (Embrapa Clima Temperado, Sistema de Produção, 5). Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index>. 2005>.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília,DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FARGUES, J. ; ROBERT, P. H.; REISINGER, O. Formulation des productions de masse de l'hyphomycète entomopathogène *Beauveria* en vue des applications phytosanitaires. **Annales de Zoologie Écologie Animale**, Paris, v. 11, p. 247-257, 1979.

FARGUES, J.; ROBERTS, P. H. Persistence des conidiospores des hyphomycetes entomopathogenes *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. , *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, *Nomuraea rileyi* (F.) Sanson et *Paecilomyces fumosoroseus*. Wige dans le sol, em conditions controlees. **Agronomie**, Paris, v. 5, p. 73-80, 1985.

FERRAZ, L. C. L.; BERGAMIN-FILHO, A.; AMORIM, L.; NASSER, L. C. B. Viabilidade de *Sclerotinia sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 17-26. 2003.

GARBEVA, P. ; VEEN, J. A. van; ELSAS, J. D. van. Microbial diversity in soil: selection of microbial populations by plant and soil type and implications for disease suppressiveness. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 42, p. 243-270, 2004.

HENZ, G. P.; REIS, A.; SILVA, K. C. C.; PEREIRA, S. F. **Incidência de doenças de pós-colheita em frutos de morango produzidos no Distrito Federal**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 13 p.

HUMBER, R. A . Fungi: identification. In: LACEY, L. (Ed.). **Manual of techniques in insect pathology**. New York: Academic Press, 1997. p. 153-185.

INSTITUTO FNP. Morango. **Agrianual 2008**: anuário da agricultura brasileira, São Paulo, p. 417-419, 2008.

LANZA, L. M.; MONTEIRO, A. C.; MALHEIROS, E. B. População de *Metarhizium anisopliae* em diferentes tipos e graus de compactação do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1757-1762, 2004.

LINGG, A. J.; DONALDSON, M. D. Biotic and abiotic factors affecting stability of *Beauveria bassiana* conidia in soil. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 38, n. 2, p. 191-200, 1981.

LOPES, H. R. D.; SILVA, B. C.; NASCIMENTO, E. F.; RAMOS, L. X.; PEREIRA, M.; CARNEIRO, R. G. **A cultura do morangueiro no Distrito Federal**. Brasília, DF, EMATER, 2005. 76 p.

MANDAIL, J. C. M.; ANTUNES, L. E.; BELARMINO, L. C.; SILVA, B. A.; GARDIN, J. A. **Avaliação econômica dos sistemas de produção de morango**: convencional, integrado e orgânico. 1. ed. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2007. 4 p.

MARTIN, J. P. Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plater method for estimating soil fungi. **Soil Science**, Baltimore, v. 69, p. 215-232, 1950.

MELO, I. S. de. Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**. Brasília, DF: Embrapa-CNPMA, 1991. 388p.

MOINO JUNIOR, A.; ALVES, S. B. Efeito antagônico de *Trichoderma* sp. no desenvolvimento de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e

Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorok. **Scientiae Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 217-224, 1999.

QUESADA-MORAGA, E.; NAVAS-CORTÉS. J. A.; MARANHÃO, E. A. A.; ORTIZ-URQUIZA, A.; SANTIAGO-ÁLVAREZ, C. Factors affecting the occurrence and distribution of entomopathogenic fungi in natural and cultivated soils. **Mycological research**, Cambridge, v. 111, p. 947-966, 2007.

RUMBOS, C. I.; KIEWNICK, S. Effect of plant species on persistence of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 in soil and on root colonization by the fungus. **Plant and Soil**, The Hague, v. 283, p. 25-31, 2006.

SAMPAIO, R. A.; ARAÚJO, W. F. Importância da cobertura plástica do solo sobre o cultivo de hortalças. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 22, p. 1-12, 2001.

SAMSON, R. A. , EVANS, H. C.; LATGÉ, J. P. **Taxonomy of entomopathogenic. Atlas of Entomopathogenic Fungi**. Berlin: Springer-Verlag, 187p. , 1988.

SILVA, A. J. C. da; LIMA, J. L.; SILVA, A. E. R. da; SILVA, P. S. da; BRAGA, D. O.; RESENDE, F. V.; SOUZA, R. B. de. Avaliação de doses de compostos de farelos anaeróbicos para produção de morango orgânico sobre coberturas vivas de amendoim forrageiro e grama esmeralda. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. S2281-S2286, ago. 2009. CD-ROM. Suplemento. Trabalho apresentado no 49. Congresso Brasileiro de Olericultura, Águas de Lindóia, SP.

SMITH, J. L.; COLLINS, H. P. **Managing soil microorganisms and their processes**. 2007. p 471-502.

SOSA-GÓMEZ, D.; DELFIN, K. E.; MOSCARDI, F.; FARIAS, J. R. B. Natural occurrence of the entomopathogenic fungi *Metarhizium*, *Beauveria* and *Paecilomyces* in soybean under till and no-till cultivation

systems. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 407-410. 2001.

SOSA-GÓMEZ, D.; MOSCARDI, F. Effect of till and no-till soybean cultivation on dynamics of entomopathogenic fungi in the soil. **Florida Entomologist**, Florida, v. 77, p. 284-28, 1994.

STUDDERT, J. P.; KAYA, H. K. Water potential, temperature, and soil type on theation of *Beauveria bassiana* soil colonies. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 56, p. 380-386, 1990.

TANAKA, M. A. S.; BETTI, J. A.; KIMATI, H. Doenças do morangueiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. Cap. 56, p. 489-499.

TIGANO, M. S.; MELLO, S. C. M. Fungos agentes de controle biológico. In: OLIVEIRA FILHO, E. C.; MONNERAT, R. G. (Ed.). **Fundamentos para a regulação de semioquímicos, inimigos naturais e agentes microbiológicos de controle de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2006. Cap. 7, p. 157-174.

TIGANO-MILANI, M.; FARIA M. R.; MARTINS, I.; LECUONA, R. E. Ocorrência natural de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. , *Metharizium anisopliae* (Metsch.) Sorok e *Paecilomyces sp.* em solos de diferentes regiões do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 22, p. 391-393, 1993.

VÄNNINEM, I. Distribution and occurrence of four entomopathogenic fungi in Finland: effect of geographical location, habitat type and soil type. **Mycological Research**, Cambridge, v. 100, p. 93-101, 1996.