

DIVERSIDADE DE FUNGOS DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE *CITRUS* COM DIFERENTES TIPOS DE MANEJO NO MUNICÍPIO DE ROCA SALES, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL¹

Cristian André Prade²
Aida Teresinha Matsumura³
Ana Paula Ott⁴
Maria Luiza Porto³

RESUMO

A diversidade de espécies fúngicas no solo pode estar também associada ao manejo dos ecossistemas. O presente trabalho teve como objetivo isolar e identificar os gêneros e/ou espécies fúngicas do solo em pomares de *Citrus* sob diferentes formas de manejo, na região de Roca Sales, Rio Grande do Sul, Brasil. As amostras de solo foram coletadas em diferentes estações, de julho de 2003 a maio de 2005. Em laboratório foram processadas pelo método de diluição em placa. Após a diluição, as amostras do solo foram colocadas em meio BDA e incubadas a $27 \pm 1^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 12 horas. As colônias fúngicas desenvolvidas foram identificadas. Os gêneros e/ou espécies identificadas foram: *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum*, *Penicillium citrinum*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme*, *Rhizopus stolonifer*, *Bipolaris sorokiniana*, *Pestalotiopsis sp.*, *Trichoderma viride*, *Aspergillus ochraceus*, *Absidia ramosa*, *Cladosporium herbarum*, *Mortierella rammaniana*, *Verticillium sp.*, *Alternaria citri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Penicillium digitatum*, *Absidia spinosa*, *Cladosporium cladosporioides*, *Verticillium lateritium*, *Ulocladium botrytis*, *Phialophora fastigiata*, *Pleospora herbarum*, *Curvularia palascens*, *Fusarium culmorum*, *Ulocladium chartarum*, *Fusarium solani* e *Zygorhynchus moelleri*.

Palavras-Chave: Fungos, agroecologia, solo, microbiota

DIVERSITY OF SOIL FUNGI IN AGROFORESTRY CITRUS ORCHARDS WITH DIFFERENT MANAGEMENT IN ROCA SALES, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

ABSTRACT

The diversity of soil fungi species are associated with the management of the ecosystem. The present work aimed to isolate and identify fungi species or genus associated in *Citrus* orchards samples soils, with different management in the region of Roca Sales, Rio Grande do Sul, Brasil. The soil samples were collected in different seasons, from July de 2003 to May de 2005. The soil samples were processed by the soil dilution plate method. After de soil dilution, the soils samples, were placed in half PDA, and incubated in a 12 – hour photoperiod for 7 days at a temperature of $27 \pm 1^\circ\text{C}$. Fungal colonies grown were then identified. The identified genus and/ or species were: *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum*, *Penicillium citrinum*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme*, *Rhizopus stolonifer*, *Bipolaris sorokiniana*, *Pestalotiopsis sp.*, *Trichoderma viride*, *Aspergillus ochraceus*, *Absidia ramosa*, *Cladosporium herbarum*, *Mortierella rammaniana*, *Verticillium sp.*, *Alternaria citri*, *Paecilomyces lilacinus*, *Penicillium digitatum*, *Absidia*

¹ Extraído da Tese de Doutorado em Ciências: Botânica, do primeiro autor, Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

² Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500 – Bloco 4, Prédio 43433, Campus do Vale 91.501-970 Porto Alegre, RS, Brasil. – e-mail: cristian.prade@bol.com.br.

³ Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500 – Bloco 4, Prédio 43433, Campus do Vale 91.501-970 Porto Alegre, RS, Brasil. – e-mail: cristian.prade@bol.com.br.

⁴ Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500 – Bloco 4, Prédio 43433, Campus do Vale 91.501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

spinosa, *Cladosporium cladosporioides*, *Verticillium lateritium*, *Ulocladium botrytis*, *Phialophora fastigiata*, *Pleospora herbarum*, *Curvularia palascens*, *Fusarium culmorum*, *Ulocladium chartarum*, *Fusarium solani* e *Zygorhynchus moelleri*.

Keywords: Fungi, agroecology, soil.

INTRODUÇÃO

Sistema agroflorestral é um nome genérico que se utiliza para descrever sistemas tradicionais de uso da terra, nos quais árvores são associadas no espaço e/ou no tempo com espécies agrícolas anuais e/ou animais (FARELL & ALTIERI, 2002). Incorporar árvores em agroecossistemas é uma prática com uma longa história (GLIESSMANN, 2000). Isto é especialmente verdadeiro nas regiões tropicais e subtropicais, onde os produtores há muito plantam árvores junto com outras culturas agrícolas e animais para ajudar a satisfazer as necessidades básicas de alimentos, madeira, lenha e forragem, e para ajudar a conservar e proteger seus recursos frequentemente limitados (NAIR, 1983).

Os sistemas agroflorestrais otimizam os efeitos benéficos das interações que ocorre entre os componentes arbóreos e as culturas ou animais, a fim de obter a maior diversidade de produtos, diminuir a necessidade de insumos externos e reduzir os impactos ambientais negativos das práticas agrícolas (GLIESSMANN., 2000, ALTIERI, 2002).

Segundo Letey (1985), o solo possui importantes funções como: absorver e liberar nutrientes e outros compostos químicos, reter e liberar água para as plantas e corpos hídricos, promover e sustentar o crescimento radicular, proporcionar habitat favorável aos organismos, responder ao manejo e resistir a degradação e armazenar e deixar fluir os gases. De acordo com Miller & Jastrow (1990), o aporte de matéria orgânica, pode ser considerado um dos principais elementos para a comunidade fúngica do solo, uma vez que estes microrganismos produzem substâncias diretamente envolvidas na estabilização dos agregados, e agem diretamente pelo entrelaçamento de hifas e micélios nas partículas do solo.

A população fúngica do solo varia de 10^4 e 10^6 organismos por grama de solo, assim são predominantes em solos ácidos onde sofrem menor competição, porém o pH é variável conforme a espécie (BRANDÃO, 1992).

Este trabalho visa conhecer as diferentes espécies fúngicas do solo associadas a um sistema agroflorestral de citros com diferentes tipos de manejo no município de Roca Sales RS.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DE COLETA

Os trabalhos de campo foram realizados em dois pomares de *Citrus sinensis* variedade "Valência": um com manejo orgânico e solo não revolvido (22j0424046; UTM 6771262) (A) e outro com manejo convencional e solo revolvido para plantio de milho (22j0424038; UTM

6771240) (B). Os pomares estão situados na localidade de Linha João Abott, interior do município de Roca Sales. São pomares com tamanho aproximado de 1000m², com oito anos de implantação, e a altura média das árvores era de 2 a 2,6m.

A região do Vale Taquari está, em sua maior parte, incluída na região do Estado conhecida como Depressão Central, com latitude de 30°, e a altitude abaixo de 100 metros. Os solos dessas regiões pertencem, em sua maioria, à unidade de mapeamento Bom Retiro (Podzólico vermelho amarelo). São solos profundos, arenosos, porosos e bem drenados. Quimicamente são ácidos, com baixa saturação de bases, pobres em nutrientes e matéria orgânica. O relevo normal é ondulado, formado por elevações arredondadas com declividade média de 8% a 12%. As condições físicas dos solos são excelentes para a fruticultura em geral (DORNELLES, 1988).

Os trabalhos de laboratório foram executados nos Laboratórios do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia e Laboratório de Micologia do Departamento de Botânica, ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde foram realizados os trabalhos de isolamento e a identificação dos fungos coletados nas amostras de solos.

AMOSTRAGEM

Os pontos de coleta das amostradas foram por sorteio. As amostras de solo foram coletadas sazonalmente, durante o período de junho de 2003 à julho 2005. As áreas amostradas possuíam 200m², assim como as mesmas foram subdivididas em quatro sub áreas de 50m² cada. Nestas sub áreas foram feitas coletas aleatórias em cinco pontos distintos, cujas amostras foram misturadas. Cada amostra coletada nas diferentes sub áreas, foi colocada em saco plástico identificando os diferentes pontos de coleta, totalizando quatro amostras por data de avaliação. As coletas foram realizadas pela parte da manhã e o material foi levado ao laboratório, permanecendo no refrigerador a uma temperatura aproximada de 5 - 10°C até a avaliação, realizada sempre no período máximo de 3 dias.

ISOLAMENTO DOS FUNGOS FILAMENTOSOS

As amostras de solo foram conduzidas ao laboratório e logo em seguida homogeneizadas, segundo o método proposto por Fernandez (1993), para então serem sub amostradas, retirando-se de cada uma delas 1g de material. As sub amostras foram acrescidas a um volume de água na proporção de 1:100 (solo:água). Após a agitação, foram feitas diluições sucessivas até 10⁻⁶, para em seguida ser feita a inoculação em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), marca Merck. Para tal,

0,1ml da última diluição foi retirado e inoculado na superfície de meio BDA em placa de Petri e espalhada com uma alça de Drigalski. As placas foram incubadas invertidas (com o fundo voltado para cima) com fotoperíodo de 12 horas a $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Após seis dias, foi observado o crescimento das colônias fúngicas. Destas, foram preparadas lâminas, identificando as espécies em microscópio óptico no aumento 400x.

Para identificação dos fungos foi utilizado principalmente o aspecto da estrutura reprodutiva e esporos, comparando-se com as descrições de Booth (1971), Smith (1985), Domsch et al. (1993) e Barnett & Hunter (1999).

Após a identificação dos gêneros e/ou espécies fúngicas isoladas das amostras do solo, foi realizada a quantificação da frequência absoluta destas colônias fúngicas desenvolvidas *in vitro*, estimando-se a quantidade total dos fungos isolados.

Análise estatística - Utilizou-se a estatística Qui Quadrado de Aderência ou Ajustamento conforme Jaques (2002), para comparar a frequência absoluta total das diferentes espécies fúngicas isoladas do solo, nas diferentes estações do ano.

ANÁLISE DA DIVERSIDADE DE FUNGOS FILAMENTOSOS ASSOCIADOS AO SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Para avaliar a diversidade das colônias fúngicas do solo desenvolvidas *in vitro*, optou-se por utilizar os índices descritos por Magurran (1988):

- O índice de Margalef (Dmg), sendo sua fórmula:

$Dmg = S - 1 / \ln(N)$, onde : S = nº de espécies; N = número de indivíduos,

- Índice de Shannon-Wiener (H'):

Sua fórmula é: $H' = \sum p_i \ln p_i$,

Onde p_i é a proporção de indivíduos encontrados pertencentes a espécie i

- Índice de Simpson (D):

Calcula-se à partir da fórmula: $D = \sum p_i^2$ onde: p_i corresponde à proporção de indivíduos encontrados pertencentes a espécie i.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram isolados e identificados 28 gêneros e/ou espécies fúngicas no pomar com manejo orgânico, enquanto que no pomar com manejo convencional foram isolados 26 gêneros e/ou espécies fúngicas.

No pomar com manejo orgânico o maior número de isolados fúngicos foi para *Aspergillus niger*, seguido por *Trichoderma harzianum*, *Penicillium citrinum*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme*, *Rhizopus stolonifer*, *Bipolaris sorokiniana*, *Pestalotiopsis sp.*, *Trichoderma viride*, *Aspergillus ochraceus*, *Absidia ramosa*, *Cladosporium herbarum*, *Mortierella rammaniana*, *Verticillium sp.*, *Alternaria citri*, *Paecilomyces lilacinus*,

Penicillium digitatum, *Absidia spinosa*, *Cladosporium cladosporioides*, *Verticillium lateritium*, *Ulocladium botrytis*, *Phialophora fastigiata*, *Pleospora herbarum*, *Curvularia palascens*, *Fusarium culmorum* e *Ulocladium chartarum* (Tabela 1). Enquanto que no pomar com manejo convencional o maior número de isolados foi para *T. harzianum*, seguido por *P. citrinum*, *F. oxysporum*, *A. niger*, *F. moniliforme*, *B. sorokiniana*, *A. flavus*, *C. cladosporioides*, *A. citri*, *A. alternata*, *Pestalotiopsis sp.*, *Fusarium solani*, *R. stolonifer*, *A. ochraceus*, *M. rammaniana*, *Verticillium sp.*, *P. digitatum*, *A. spinosa*, *P. fastigiata*, *A. ramosa*, *T. viride*, *Zygorhynchus moelleri*, *U. chartarum*, *F. culmorum*, *P. herbarum* e *V. lateritium* (Tabela 2).

De acordo com Domsch et al. (1993), os fungos identificados são considerados habitantes comuns do solo, os quais podem ocorrer em solos de florestas, campos, solos arenosos e áreas cultivadas. Porém segundo os autores, a distribuição da comunidade fúngica do solo está relacionada com o clima, vegetação e qualidade da matéria orgânica do solo. Das espécies identificadas podem ser considerados saprófitas: *A. cylindrospora*, *A. spinosa*, *R. stolonifer*, *M. rammaniana*, *P. lilacinus*, *U. botrytis*, *U. chartarum*, *Z. moelleri*, *P. fastigiata*. Enquanto que fungos do gênero *Aspergillus*, *Penicillium*, *Bipolaris*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Alternaria* e *Pleospora*, são considerados agentes com potencial fitopatogênico (SMITH, 1986; DOMSCH et al. 1993; BERGAMIN et al., 1995). De acordo com Franco (1999), fungos do gênero *Penicillium*, com especial menção a *P. digitatum*, são considerados causadores do bolor verde em pós-colheita de citros. Analisando as tabelas 1 e 2, observa-se que em ambos os pomares ocorreram as espécies *P. citrinum* e *P. digitatum*, este último com menor frequência, logo o fato de *P. digitatum* ocorrer com menor frequência nos pomares, pode ser um indicativo de que as interações antagonísticas com outras espécies fúngicas como *T. harzianum*, ocorrem nesses agroecossistemas.

Aspergillus niger apresentou o maior número de isolados no pomar com manejo orgânico (Tabela 1), conforme Christensen & Tuthill, (1985); Domsch et al. (1993), e Klich (2002), esta espécie também apresenta ampla distribuição, ocorrendo preferentemente em regiões quentes assim como tolera elevadas concentrações de pesticidas. Enquanto que *T. harzianum*, apresentou maior número de isolados no pomar com manejo convencional (Tabela 2), segundo citações de Domsch et al. (1993), *T. harzianum* ocorre com grande frequência no solo, independente do substrato, porém prefere regiões quentes. O referido autor, ainda salientam que esta espécie, apresenta elevada frequência de isolados em solos tratados com pesticidas, assim como a espécie em questão atua como degradador de herbicidas no solo. Esta afirmação corrobora os resultados encontrados uma vez que *T. harzianum*, ocorreu com maior frequência no pomar de citros que apresentou utilização de pesticidas.

Fungos do gênero *Trichoderma*, podem atuar como antagonistas de fitopatógenos, destacando-se *T. harzianum* e *T. viride*, os quais apresentam propriedades

antagonísticas no controle de *Pythium*, *Helminthosporium*, *Verticillium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia* e *Fusarium oxysporum*. *Trichoderma harzianum*, sendo a espécie mais comum do gênero (DOMSCH et al. 1993; ALEXOPOULOS et al., 1996). Segundo Franco (1999), *T. harzianum*, pode ser utilizado no controle de *Penicillium* spp., evitando assim maiores danos em frutos pós-colheita. O fato de *T. harzianum* e *A. niger*, ocorrerem, com maior frequência nos pomares de citros, pode estar relacionado com o manejo das áreas, visto que estes organismos podem degradar pesticidas acumulados no solo, logo tornando-se uma alternativa para descontaminação de áreas impactadas pelo excesso de pesticidas (DOMSCH et al. 1993).

Analisando-se as duas tabelas acima, pode-se observar que foram identificados 28 gêneros e/ou espécies fúngicas no pomar de citros com manejo agroecológico (Tabela 1) e 25 gêneros e/ou espécies fúngicas no pomar com manejo convencional, nas diferentes estações. Persiani et al. (1998), monitoraram a diversidade fúngica do solo em áreas perturbadas por um período de sete anos, e isolaram 519 espécies, assim como constataram que houve diferenças significativas para o número total de isolados nas diferentes estações do ano, assim como as mudanças climáticas sazonais aparentemente não foram um fator que determinou mudanças na abundância fúngica do solo. Para os respectivos autores os solos perturbados são submetidos ao stress, logo essas áreas podem favorecer a prevalência de determinadas espécies como: *Penicillium fuscum*, *Penicillium lilacinum*, *Penicillium* sp., *Acremonium camptosporum*, *Acremonium kiliense*, *Acremonium strictum*, *Beniowskia sphaeroidea*, *Gonytrichum macrocladum*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces* sp., *Penicillium pulvillum*, *Penicillium raistrickii*, *Penicillium thomii*, *Trichoderma* sp., *Trichoderma aureoviride* e *Trichoderma hamatum*. Os resultados mencionados acima corroboram em parte com os resultados encontrados no presente trabalho uma vez que foram isolados nos agroecossistemas avaliados, fungos do gênero *Penicillium* e *Trichoderma*.

Comparando-se a frequência absoluta do total das diferentes espécies fúngicas do solo isoladas nas diferentes estações do ano, nos sistemas agrofloretais com manejo agroecológico (Tabela 1), pode-se observar que o número de isolados na estação de inverno de 2003, não diferiu estatisticamente dos isolados da primavera de 2003, outono, inverno e primavera de 2004 e nem do número de isolados do verão e outono de 2005. Os fungos isolados no período de 2004, não diferiram estatisticamente apenas do número de isolados da primavera de 2004 a $p=0,05\%$ pelo teste de χ^2 de Ajustamento. Enquanto que no pomar de citros com manejo convencional (Tabela 2), o número de isolados fúngicos no inverno de 2003, não diferiu estatisticamente do número de isolados encontrados na primavera de 2003, verão e outono de 2004 e outono de 2005. Enquanto que os isolados do inverno de 2004, não diferiram estatisticamente dos isolados da primavera de 2004 e verão de 2005 a $p=0,05\%$ pelo teste de χ^2 de Ajustamento. O fato de ocorrer diferenças quali-BIOCIÊNCIAS, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 73-81, jan. 2007

quantitativas na comunidade fúngica do solo em diferentes estações do ano está associada com o heterotrofismo, a amplitude de dispersão e a capacidade de sobreviver as condições adversas (MULLER-DOMBOIS, 1983).

De acordo com Persiani et al. (1998), os distúrbios nos ecossistemas, sejam eles referentes aos diferentes formas de manejo, podem influenciar na umidade do solo, logo caracterizando-se como um fator extrínscico da comunidade, desse modo influenciando também o grau da diversidade fúngica do solo nos diferentes agroecossistemas, assim como a variação dessa diversidade dentro da comunidade ao longo do tempo pode ser controlada por mecanismos internos. Para States (1983) e Wright (1996), os mecanismos internos estão relacionados aos atributos da comunidade fúngica do solo, como as características de dispersão, viabilidade e potencial de inoculo dos propágulos e a resposta aos fatores ambientais que afetam a utilização dos nutrientes.

Segundo Maggi et al. (1994), a composição e a sucessão das espécies fúngicas do solo é relativamente rápida nos mais variados ecossistemas. Domsch et al. (1993), salientam que para cada tipo de solo o número de espécies fúngicas pode variar quali-quantitativamente. De acordo com Persiani et al. (1998), o cultivo tradicional dos agroecossistemas, se praticados em um curto período de espaço-tempo de distúrbio, aparentemente não causa sérias mudanças na diversidade fúngica do solo. No entanto Gliessmann (2000), afirma que cada espécie que é bem sucedida em um determinado ambiente tem um conjunto único de adaptações que lhes permitem manter uma população naquele ambiente ao longo do tempo. Assim como essas adaptações podem ser entendidas como constituindo uma estratégia de organização do ciclo de vida, o fim de assegurar a reprodução e a continuação de uma população viável.

Observando a distribuição quali-quantitativa das espécies fúngicas ao longo das diferentes estações do ano (Tabela 1 e 2), pode-se observar que, o número de isolados fúngicos varia conforme as estações, sendo que grande parte das espécies como as do gênero *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Pestalotiopsis*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Verticillium*, *Curvularia* e *Penicillium* apresentam potencial fitopatogênico (BERGAMIN et al., 1995). Para Lodge & Cantrell (1995), a diversidade e dominância de determinadas espécies fúngicas nos agroecossistemas ocorre quando o ambiente perturbado entra em stress. Desse modo a amplitude de nicho do agroecossistema pode apresentar organismos generalistas ou especialistas, uma vez que os agroecossistemas com diferentes tipos de manejo, podem definir o lugar e a função dos organismos no ambiente, desse modo delimitando sua localização física, sua função trófica, seus limites e tolerância as condições ambientais, e suas interações com outros organismos (GLIESSMANN, 2000).

Os índices de diversidade calculados (Tabela 3), foram divididos em três grupos, segundo o componente de diversidade que expressam: os que expressam riqueza (S e Dmg), os que se analisa a equitabilidade (H') e o que expressa dominância (D').

Pode-se observar que o maior número de isolados fúngicos no pomar de citros com manejo agroecológico (Tabela 3), ocorreu na primavera de 2004, seguido pela primavera de 2003, inverno de 2003, verão e outono de 2005, inverno de 2004 e verão e outono de 2004. Já no pomar com manejo convencional (Tabela 4), o maior número de isolados fúngicos ocorreu na primavera de 2003, verão e primavera de 2004, inverno de 2003, inverno de 2004, verão e outono de 2005 e outono de 2004.

Os índices que enfocam a riqueza de espécies (S) no pomar com manejo agroecológico (Tabela 3), indicam que a estação do verão de 2004, apresentou maior riqueza de espécies fúngicas, seguida pela primavera de 2004, primavera de 2003, outono de 2005, inverno de 2003 e 2004, outono de 2004 e verão de 2005. Enquanto que a riqueza de espécies (S) no pomar de citros com manejo convencional (Tabela 4), foi maior na primavera de 2004, seguido pelo verão de 2005, inverno, verão e outono de 2004, inverno e primavera de 2003 e outono de 2005. Deve-se ressaltar que S é muito sensível ao tamanho da amostra. Margalef (Dmg), é um índice de diversidade que também expressa a riqueza de espécies, porém pondera o tamanho amostral, é um índice que diferencia mais as amostras, possibilitando comparações mais precisas para a riqueza da comunidade fúngica do solo nas diferentes estações, e este padrão fica evidente nos resultados obtidos acima (Tabela 3 e Tabela 4). Analisando-se os resultados obtidos no pomar de citros com manejo agroecológico referente o índice de Dmg, observa-se que a maior riqueza de espécies fúngicas ocorreu na primavera de 2004, seguido pelo verão de 2005, primavera e inverno de 2003, outono de 2005 e verão, outono e inverno de 2004. Já no pomar com manejo convencional (Tabela 4), a maior riqueza de espécies fúngicas, foi na primavera de 2003, seguido pelo verão de 2004, inverno de 2003, primavera de 2004, outono de 2005, inverno de 2004, verão de 2005 e outono de 2004.

As estimativas para o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), que expressa a equitabilidade apresenta variações distintas daquelas de riqueza de espécies, no pomar de citros com manejo agroecológico entre as estações, maior valor na primavera de 2004, seguido pela primavera de 2003, verão e outono de 2005, verão e inverno de 2004, inverno de 2003 e outono de 2004. Enquanto que no pomar de citros com manejo convencional (Tabela 4), a equitabilidade de espécies fúngicas (H'), foi maior na estação da primavera de 2004, seguido pelo verão de 2004, primavera de 2003, inverno de 2004, inverno de 2003, verão e outono de 2005 e outono de 2004.

Já o índice de Simpson (D'), é fortemente influenciado pelas espécies mais abundantes da comunidade. Analisando-se os resultados obtidos no pomar de citros com manejo agroecológico (Tabela 3), pode-se observar que a dominância de determinadas espécies fúngicas, foi maior na primavera de 2004, seguido pelo verão e outono de 2005, primavera e outono de 2004 e inverno de 2003. Já no pomar de citros com manejo convencional (Tabela 4), a maior dominância de

determinadas espécies fúngicas foi na estação de inverno de 2004, seguido pela primavera de 2004, inverno e primavera de 2003, verão de 2004, verão e outono de 2005 e outono de 2004.

Segundo Magurran (1988), a riqueza de espécies, a equitabilidade e a dominância das diferentes espécies, pode sofrer variações ao longo do tempo, uma vez que fatores bióticos e abióticos atuam em parte na distribuição e seleção das espécies. Esta distribuição das espécies ao longo do tempo gera mudanças nas comunidades, gerando as sucessões (Raven, 1996; Ricklefs, 2001). Frequentemente o processo de sucessão não é unidirecional, em particular nos seus estágios finais (Raven, 1996). Para Altieri (2002), a diversidade biológica dos agroecossistemas, pode sofrer perturbações em função de manejos inadequados, gerando desequilíbrios nas populações dos diferentes organismos, afetando assim o processo de sucessão. Para o referido autor a diversidade biológica do solo é um importante componente de estabilidade do agroecossistema. Uma ampla diversidade de organismos cria um sistema em que a competição pelas fontes de nutrientes, nichos, a dinâmica predador / presa e parasita / hospedeiro ajudam a limitar o tamanho das populações (GLIESSMANN, 2000; ALTIERI, 2002). Para o último autor, a diversidade de organismos e a biomassa microbiana diminuem com a transformação de um ecossistema natural em um agroecossistema.

Conforme Gliessmann (2000), o manejo do solo e das culturas pode influenciar as dinâmicas populacionais dos organismos do solo. Rotações complexas, com várias culturas, grandes quantidades de distintos tipos de resíduos de culturas, esterco, cultivos de cobertura, são práticas que promovem uma população biologicamente diversificada de organismos do solo. A técnica de combinar o uso de diferentes fontes de material orgânico, tem sido usada com sucesso, como por exemplo no controle da podridão da raízes do abacateiro, causado por *Phytophthora*, em que se obteve controle total (COOK, 1982). O fato de ocorrer controle de determinadas doenças, em função do manejo da matéria orgânica do solo está relacionado, pelo desenvolvimento favorável de fungos antagonistas (GARETT, 1956; CARDOSO, 1992), uma vez que os resíduos de cobertura morta no solo promovem as mais variadas populações fúngicas, as quais atuam no processo de decomposição e antagonismo (ALTIERI, 2002).

AGRADECIMENTOS

Ao PPG-Botânica, a CAPES e a Dr^a Rosa Mara Borges da Silveira pelas sugestões no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

[1]ALEXOPOULOS,C.J.; MIMS, C.W. & BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. 4th ed. New York, John Wiley & Sons, 1996. 869p.

- [2]ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.
- [3]BARNETT, H.L. & HUNTER, B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minnesota, Burgess Publishing Company, 1999. 218p.
- [4]BERGAMIN, A.; KIMATI, H. & AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 919p.
- [5]BOOTH, C. **The genus Fusarium**. 3 ed., Kew, EUA.; Commonwealth Mycological Institute, 1971. 235p.
- [6]BRANDÃO, E.M. Os componentes da comunidade microbiana do solo. In: Cardoso, E.J.B.N., **Microbiologia do solo**. Campinas, Soc. Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.1-16.
- [7]CARDOSO, E.J.B.N. **Microbiologia do solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 60p.
- [8]CHRISTENSEN, M. & TUTHILL, D. *Aspergillus* an overview. In: **Advances in Penicillium and Aspergillus systematics** (Samson R. & Pitt, J. eds.). New York: Plenum Press, 1985. p. 195-209.
- [9]COOK, R.J. **Biological control of the pathogens: theory to applications**. Phytopathology, 1985. p. 25-29.
- [10]DOMSCH, K.H., GAMS, W. & ANDERSON, T.H. **Compendium of Soil Fungi**. 2 ed. vol.1. Eching, IHW-Verlag, 1993. 860p.
- [11]DORNELLES, C.M. **Introdução à citricultura**. 2 ed. Porto Alegre: Mercado Alberto, 1988. 96p.
- [12]FARELL, J.G.; ALTIERI, M.A. Sistemas Agroflorestais. In: Altieri, M. ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 413-439.
- [13]FERNANDEZ, M.R. **Manual para laboratório de fitopatologia**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. 128p.
- [14]FRANCO, D.A.S. **Controle do bolor verde (*Penicillium digitatum*) em pós-colheita de citros com produtos alternativos**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1999. 103p. Tese de Mestrado em Agronomia, Faculdade de Ciências Econômicas.
- [15]GARRETT, S.D. **Soil fungi and soil fertility**. Pergamon Press, Elmsford, New York, 1963. 165p.
- [16]GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade, 2000. 653p.
- [17]JACQUES, S.M.C. **Análise Estatística De Dados Biológicos**. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002. 183p.
- [18]KLIKH, M.A. Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter. **Mycologia**, 2002 : p. 21-27.
- [19]LETEY, J. Relationship between soil physical conditions and crop production. **Adv. Soil Science**, New York, 1985. p. 277-293.
- [20]LODGE, D.J. ; CANTRELL, S. Fungal communities in wet tropical forests: variation in time and space. **Can. J. Bot.** 1995. p. 1391-1398.
- [21]MAGGI, O.; PERSIANI, A.M. Etudes comparatives sur les microchampignons an écosystèmes tropicaux. Rapport final sur les recherches mycologiques du sol. **Mycologia Helvetica** , 1994: 79-98.
- [22]MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1988. 179p.
- [23]MILLER, R.M.; JASTROW, J.D.. Hierachy of root and mycorrhizal fungal interactions with soil aggregation. **Soil Biology Biochemistry**, 1990. p. 579-584.
- [24]MUELLER-DOMBOIS, D. Ecological Measurements and Microbial Populations. In: **The fungal community its organization and role in ecosystem** (Wicklow, T.D. & Carrol, G.C. eds.). Marcel Dekker, Inc., New York, 1983. p.173-184.
- [25]NAIR, P.K.R. **Soil productivity aspects of agroforestry: science and practice in agroforestry**. Nairobi, Kenya: International Council for Research in Agroforestry, 1984. 96p.
- [26]PERSIANI, A.M.; MAGGI, O.; CASADO, M.A.; PINEDA, F.D. Diversity and variability in soil fungi from disturbed tropical rain Forest. **Mycologia**, New York, 1998. p. 206-214.
- [27]RAVEN, P.H.; EVERT, R.E.; EICHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 5ª ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 1996. 728p.
- [28]RICKLEFS, R. A. **Economia da Natureza**. 5ª ed. New York, Ed. Guanabara Koogan, 2003. 503p.
- [29]SMITH, G. **Smith's introduction to industrial mycology**. 7 ed. London: Arnold Editor, 1985. 398p.
- [30]SMITH, S.; DE VAY, J.E.; HSIEH, W.; LEE, H. Soil – borne populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vasinfestum*, a cotton with fungus in California fields. **Mycologia**, 2001. p. 737 - 743.
- [31]STATES, J.S. Useful criteria in the description of fungal communities. In: Wicklow, D. T.; Carroll, G.C. **The fungal community: its organization and role in the ecosystem**. Edited Bisel, New York, 1983. p. 185-199.
- [32]WRIGHT, S.J. Plant species diversity and ecosystem functioning. In: **Biodiversity and ecosystem processes in tropical forest**. Ed. Onions, Berlin, 1996. p.11-27.

Tabela 1 – Frequência Absoluta (FA) de colônias fungicas isoladas do solo em diferentes estações do ano (I = Inverno, P = Primavera, V = Verão e O = Outono), em um sistema agroflorestal de citros com manejo orgânico no município de Roca Sales (22j0424046, UTM 6771262) RS. Período junho de 2003 a julho de 2005.

Fungo	Estação do ano							
	I (2003)	P (2003)	V (2004)	O (2004)	I (2004)	P (2004)	V (2005)	O (2005)
<i>Aspergillus niger</i>	17	5	11	9	10	9	7	4
<i>Trichoderma harzianum</i>	3	14	8	9	5	11	6	13
<i>Penicillium citrinum</i>	3	6	9	2	6	8	5	3
<i>Fusarium oxysporum</i>	3	9	6	1	2	3	4	3
<i>Alternaria alternata</i>	3	2	9	4	1	4	3	2
<i>Aspergillus flavus</i>	1	0	0	2	9	6	1	7
<i>Fusarium moniliforme</i>	5	0	11	0	0	1	0	5
<i>Rhizopus stolonifer</i>	4	5	6	1	2	0	3	0
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	4	0	0	0	6	1	0	3
<i>Pestalotiopsis sp.</i>	0	0	3	0	4	0	0	2
<i>Trichoderma viride</i>	0	2	0	0	0	0	1	5
<i>Absidia ramosa</i>	2	0	0	3	0	0	1	1
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0	3	0	4	0	0	0	0
<i>Cladosporium herbarum</i>	1	0	0	0	0	5	0	0
<i>Mortierella rammanianna</i>	0	2	0	0	0	0	3	0
<i>Verticillium sp.</i>	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Alternaria citri</i>	0	0	2	0	1	0	0	0
<i>Paecilomyces sp.</i>	0	2	0	0	0	0	0	1
<i>Penicillium digitatum</i>	0	2	0	0-	0-	0-	1-	0-
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Verticillium lateritium</i>	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Phialophora fastigiata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pleospora herbarum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Absidia spinosa</i>	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Ulocladium botrytis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Ulocladium chartarum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Curvularia palascens</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Fusarium culmorum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
Total	46abc	56b	67d	36a	47b	57bd	36a	49a

1/= Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si significativamente, $p=0,05\%$ pelo teste de χ^2 de Ajustamento.

Tabela 2 – Frequência Absoluta (FA) de colônias fungicas isoladas do solo em diferentes estações do ano (I = Inverno, P = Primavera, V = Verão e O = Outono), em um sistema agroflorestal de citros com manejo convencional) no município de Roca Sales (22j0424038, UTM 6771240) RS. Período junho de 2003 a julho de 2005.

Fungo	Estação do ano							
	I (2003)	P (2003)	V (2004)	O (2004)	I (2004)	P (2004)	V (2005)	O (2005)
<i>Trichoderma harzianum</i>	2	6	4	12	8	13	7	9
<i>Penicillium citrinum</i>	5	7	4	11	6	9	12	2
<i>Fusarium oxysporum</i>	6	2	13	8	4	10	6	4
<i>Aspergillus niger</i>	4	9	3	6	7	1	4	2
<i>Fusarium moniliforme</i>	9	4	2	0	0	0	5	1
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	5	0	1	3	9	3	0	0
<i>Aspergillus flavus</i>	0	3	1	1	5	0	6	3
<i>Alternaria alternata</i>	6	0	2	0	0	5	0	3
<i>Alternaria citri</i>	0	1	1	0	3	6	0	5
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0	2	0	3	4	1	6	0
<i>Fusarium solani</i>	0	1	6	0	2	5	0	0
<i>Pestalotiopsis sp.</i>	0	1	2	0	2	5	0	4
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0	2	0	1	5	0	3	0
<i>Aspergillus ochraceus</i>	2	0	7	0	0	0	0	0
<i>Mortierella ramanniana</i>	0	0	0	3	0	0	6	0
<i>Absidia spinosa</i>	1	0	0	0	0	4	0	0
<i>Penicillium digitatum</i>	0	0	4	0	0	1	0	0
<i>Verticillium sp.</i>	1	0	0	0	0	3	0	1
<i>Phialophora fastigiata</i>	0	2	0	0	0	0	1	0
<i>Absidia ramosa</i>	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Trichoderma viride</i>	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Pleospora herbarum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Verticillium lateritium</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulocladium chartarum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zygorhynchus moelleri</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
Total	44a	42a	52ab	48ab	59bc	68c	56bc	34a

1/= Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si significativamente, p=0,05% pelo teste de χ^2 de Ajustamento.

Tabela 3 – Riqueza de espécies (S), número total de colônias fungicas (N) e índices de Margalef (Dmg), Simpson (D) e Shannon-Wiener (H'), para fungos isolados do solo em diferentes estações do ano (I = Inverno, P = Primavera, V = Verão e O = Outono), em pomar de citros com manejo agroecológico no município de Roca Sales (22j0424046;UTM 6771262) RS. Período junho de 2003 a julho de 2005.

	I (2003)	P (2003)	V (2004)	O (2004)	I (2004)	P (2004)	V (2005)	O (2005)
S	12	13	10	10	11	14	12	12
N	47	55	67	36	47	57	36	49
Dmg	6,57	6,89	4,92	5,78	5,98	7,40	7,06	6,50
H'	3,04	3,28	3,12	2,89	3,07	3,36	3,25	3,22
D'	0,84	0,88	0,88	0,85	0,88	0,90	0,90	0,88

Tabela 4 – Riqueza de espécies (S), número total de colônias fungicas (N) e índices de Margalef (Dmg), Simpson (D) e Shannon-Wiener (H'), para fungos isolados do solo em diferentes estações do ano (I = Inverno, P = Primavera, V = Verão e O = Outono), em pomar de citros com manejo convencional no município de Roca Sales (22j0424038, UTM 6771240) RS. Período junho de 2003 a julho de 2005.

	I (2003)	P (2003)	V (2004)	O (2004)	I (2004)	P (2004)	V (2005)	O (2005)
S	13	14	14	9	11	14	10	10
N	44	42	52	48	55	68	56	34
Dmg	7,30	8,00	7,57	4,75	5,74	7,09	5,14	5,87
H'	3,30	3,38	3,39	2,77	3,31	3,44	3,14	3,03
D'	0,90	0,90	0,89	0,84	0,91	0,90	0,89	0,88