

Microbiota do solo em vinhedos agroecológico e convencional e sob vegetação nativa em Caxias do Sul, RS

Soil microbiota in agroecological and conventional vineyards and native vegetation in Caxias do Sul, RS

RECH, Morgana¹;PANSEIRA, Márcia Regina²; SARTORI, Valdirene Camatti³;RIBEIRO, Rute Terezinha da Silva⁴

¹Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul/RS - Brasil, morgana_rech@yahoo.com.br ;² Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul/RS - Brasil, mrpancer@ucs.br ;³ Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul/RS - Brasil, vcsartor@ucs.br ; ⁴ Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul/RS - Brasil, rtsribei@ucs.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de diferentes formas de manejo agrícola na produção de videiras sobre a microbiota do solo. Foram feitas duas coletas de solo em um vinhedo sob manejo agroecológico, um vinhedo sob manejo convencional e em área de mata nativa em Caxias do Sul, RS. A partir da diluição do solo e plaqueamento em meios de cultura, quantificou-se a população microbiana e foram identificados os gêneros de fungos filamentosos. O solo sob vegetação nativa apresentou maior densidade de fungos filamentosos e menor densidade bacteriana quando comparado aos vinhedos. O solo do vinhedo sob manejo agroecológico apresentou maior densidade bacteriana e de fungos filamentosos quando comparado ao manejo convencional, indicando que áreas sob manejo menos intensivos favorecem a estabilidade da comunidade microbiana edáfica. Foram encontrados 26 gêneros de fungos filamentosos, sendo 16 presentes na área de mata nativa, 15 no vinhedo convencional e 20 no agroecológico.

PALAVRAS-CHAVE: Viticultura. Agroecologia. Fungos filamentosos. População bacteriana.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the impact of different agricultural management systems in the production of grapevines on the soil microbiota. Two soil samples were collected in vineyards under agroecological and conventional management, and at native forest area in Caxias do Sul, RS. Soil samples were diluted and plated in specific culture, microbial population was quantified and the filamentous fungi were identified. The soil under native vegetation showed the highest amount of filamentous fungi and the lowest of bacteria, comparing to the agricultural management areas. The soil under agroecological management showed a higher bacterial and filamentous fungi density compared to the area under conventional management, indicating that areas under less intensive management favor the stability of edaphic microbial community. We found 26 genera of filamentous fungi: 16 were present in the native forest; 15 in the conventional vineyard and 20 in the agroecological vineyard.

KEY WORDS: Viticulture. Agroecology. Filamentous fungi. Bacterial population.

Correspondências para: morgana_rech@yahoo.com.br

Aceito para publicação em 02/09/2013

Introdução

O solo é um componente crítico para o funcionamento dos sistemas de produção agrícola, atuando também na manutenção da qualidade ambiental local e regional (PRADE, 2007). Zilli et al. (2003) definem qualidade do solo como um conceito amplo que se refere ao equilíbrio entre os seus condicionantes químicos, físicos e biológicos. Em termos de qualidade do solo, a comunidade microbiana cumpre importante função na fertilidade dos solos, atuando na decomposição da matéria orgânica, na mineralização e na fixação de nutrientes, influenciando em suas propriedades químicas e físicas (PRADE, 2007), além de atuar nos processos de sucessão ecológica (ZILLI et al., 2007).

Afora a importância da densidade da microbiota como medida de fertilidade do solo, considera-se que a redução da diversidade microbiana edáfica pode ser um importante indicador da perda de resiliência e da qualidade do mesmo (ZILLI et al., 2003). Supõe-se que, em solos com maior biodiversidade microbiana, a possibilidade de se encontrar microrganismos que atuem em processos importantes, como a degradação de agrotóxicos e a manutenção dos processos microbiológicos sob condições de estresse ambiental, é maior, fato que gera um “efeito-tampão biológico” (PEREIRA et al., 2007). De modo geral, os atributos microbiológicos do solo são capazes de atuarem como indicadores das alterações impostas pelo manejo do solo e das culturas em um estágio anterior ao das mudanças nos atributos químicos e físicos, aspecto que reforça proposta de sua utilização como bioindicadores de qualidade do solo (PEREIRA et al., 2007).

Segundo Bernardes & Santos (2006), a cobertura vegetal atua sobre a atividade microbiana dos solos e, conseqüentemente, sobre o processo de decomposição da matéria orgânica por meio das modificações nas características

edáficas como temperatura, umidade, aeração, pH e nutrientes minerais. Assim, as culturas agrícolas apresentam comportamento diferente de uma população florestal, modificando as características físicas, químicas e biológicas, e influenciando na comunidade microbiana do solo.

O uso indiscriminado de agrotóxicos gera impactos negativos ao meio ambiente, com sua acumulação nos solos e corpos hídricos, atingindo também organismos não-alvo, incluindo a intoxicação de homens e animais. As atividades antropogênicas que levam à deposição de contaminantes no solo podem ser prejudiciais às populações microbianas e às suas atividades em diferentes níveis funcionais, sendo que a diversidade de um sistema indica o quanto este foi estressado (SILVA & VIEIRA, 2008). Além disso, vários compostos químicos, praguicidas e técnicas de manejo estão vinculados a uma rápida diminuição da atividade microbiana do solo (LAMPKIN, 1998).

Diante das problemáticas relacionadas ao manejo agrícola convencional, incluindo a aplicação de agrotóxicos, a Agroecologia surge como alternativa para diminuir os impactos da agricultura sobre os ecossistemas (LAMPKIN, 1998). De acordo com este autor, a gestão do solo em um sistema agrícola ecológico tem dois objetivos principais, o de manter um ambiente edáfico saudável e biologicamente ativo, e o de proporcionar condições ótimas para o crescimento vegetal. Para tanto, é necessário compreender com detalhes as interações solo-cultivo e em particular os efeitos que as práticas agrícolas têm sobre o solo (LAMPKIN, 1998). Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo comparar a comunidade microbiana do solo em sistemas de cultivo de *Vitis* spp. sob manejo agroecológico, sob manejo convencional e em uma área de vegetação nativa.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em duas propriedades

agrícolas na localidade de Linha Quarenta, no município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. O município de Caxias do Sul está situado na Encosta Superior do Nordeste, com uma altitude entre 760 e 800 m. Apresenta clima subtropical úmido, com verão ameno (Cfb, segundo a classificação de Köppen) e temperatura média anual de 16°C.

As coletas do solo foram realizadas em três áreas: (a) cultivo de *Vitis* sp. sob manejo convencional; (b) cultivo de *Vitis labrusca* sob manejo agroecológico; e (c) vegetação nativa. O vinhedo convencional está localizado nas Coordenadas Geográficas 29°05'23,17"S; 51°12'41,56"O, aproximadamente 60 m do vinhedo agroecológico (29°05'27,46"S; 51°12'41,56"O). A área de vegetação nativa localiza-se a aproximadamente 5 m da área de vinhedo sob manejo agroecológico (29°05'29,40"S; 51°12'41,56"O).

O vinhedo sob manejo agroecológico possui 01 hectare, foi implantado há 31 anos, e há 16 anos foi convertido do sistema convencional de produção para o sistema agroecológico. Nesse sistema utiliza-se adubação verde no inverno, com o plantio de ervilhaca, aveia-branca, aveia-preta, centeio, entre outras espécies. Nessa área cultiva-se a espécie *V. labrusca*, variedades Niágara-rosada e Niágara-branca sob cultivo protegido, e os tratamentos fitossanitários utilizados são calda

cúprica e *Trichoderma* sp., para o controle de fungos fitopatogênicos.

O vinhedo sob manejo convencional possui 2,3 hectares, foi implantado há 9 anos, e cultiva a variedade Seyve Villard (cultivar híbrido complexo de *V. labrusca*, *V. rupestris*, *V. aestivalis*, *V. cinerea* e *V. vinifera*). De acordo com o produtor, ao longo dos anos vem sendo utilizada cama de aviário como forma de adubação, aplicada em diferentes épocas, mas sem controle da quantidade utilizada. Não há o emprego de adubação verde para cobertura do solo. As roçadas são realizadas regularmente juntamente com a aplicação de herbicidas, como Gramoxone® (Paraquat), além dos fungicidas Midas® (Famoxadona+Mancozebe), Dithane® (Mancozeb), Cercobin® (Thiophanate Methyl), Kocide® (Hidróxido de Cobre) e Cabrio top® (Metiram + Piraclostrobina) dentro das doses recomendadas.

A área de mata nativa consiste em um fragmento com 5,8 hectares de vegetação secundária em estágio médio de regeneração pertencente ao Bioma Mata Atlântica, com presença eventual de gado no seu interior.

O solo na área de estudo apresenta, na profundidade de 0-20 cm, as características descritas na Tabela 1, conforme análise realizada pela Embrapa Uva e Vinho de Bento Gonçalves

Tabela 1: Características do solo na profundidade de 0-20 cm, sob diferentes sistemas de uso e manejo, na localidade de Linha Quarenta, Caxias do Sul, RS.

| Sistema | Argila | pH | SMP | P K B Zn | | | | Ca Mg Al H+Al | | | | CTC | MO | C |
|---------|--------|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|------------------------------------|------|------|-------|-----------------------------------|--------------------|------|
| | % | 1:1 | | mg dm ⁻³ | | | | mmol _c dm ⁻³ | | | | mmol _c l ⁻¹ | g kg ⁻¹ | % |
| MN | 45 | 4,3 | 4,5 | 4,4 | 104 | 0,9 | 3,2 | 21,2 | 12 | 76,2 | 244,1 | 280 | 42,55 | 2,47 |
| VC | 23 | 6,6 | 6,8 | 177,4 | 260 | 0,7 | 8,8 | 131,5 | 45,4 | 0 | 17,4 | 201 | 33,66 | 1,96 |
| VA | 29 | 6,3 | 6,5 | 177,5 | 208 | 0,7 | 8,6 | 119,7 | 48,1 | 0,1 | 24,6 | 198 | 36,87 | 2,14 |

MN: mata nativa. VC: vinhedo convencional. VA: vinhedo agroecológico. SMP: medida de pH utilizada para o cálculo da necessidade de calagem do solo. MO: teor de matéria orgânica obtido pelo método de perda de peso por ignição. CTC: capacidade de troca de cátions

(CNPUV). De acordo com Flores et al. (2007), ocorrem, no local, associações de Argissolo Acinzentado eutrófico típico textura argilosa/muito argilosa, Cambissolo Háplico eutrófico típico textura argilosa e Neossolo Litólico eutrófico típico textura média. A diferença no teor de argila verificada entre a área de mata nativa e as áreas de vinhedos sugere que, ou há dois tipos de solos distintos, ou os vinhedos estão no mesmo argissolo da floresta, mas erodido.

Em cada uma das áreas foram coletadas nove amostras simples na camada de 0-20 cm de profundidade na entrelinha de plantio, de maneira aleatória, que foram combinadas em grupos de três, e homogeneizadas para formar as três amostras compostas para cada área. Foram realizadas duas coletas, a primeira no dia 08 de novembro de 2010, com as videiras no início da frutificação, e a segunda no dia 07 de fevereiro de 2011, na época de colheita da uva. As amostras ficaram acondicionadas em sacos plásticos fechados frouxamente à temperatura ambiente por 24 horas, até a realização do plaqueamento.

Para a avaliação dos fungos filamentosos, foi preparada uma diluição decimal em série, adicionando-se 1 g da amostra de solo em frasco contendo 9 mL de solução salina esterilizada (SOUTO et al., 2008), com concentração de 0,85 % de NaCl. Após a agitação da mistura por 2 min., preparou-se, a partir desta, a diluição 10^{-2} pela transferência de 1,0 mL da suspensão mais concentrada de solo para outro tubo de ensaio contendo 9,0 mL de solução salina.

Para a contagem das bactérias foi pesado 1 g de solo e utilizou-se solução salina complexa (0,006 mmol L⁻¹ FeSO₄.7H₂O; 0,01 mmol L⁻¹ CaCO₃.7H₂O; 0,08 mmol L⁻¹ MgSO₄.7H₂O; 0,07 mmol L⁻¹ MnSO₄.7H₂O; 0,006 mmol L⁻¹ ZnSO₄.7H₂O; pH 7,0) (POLANCZYK et al., 2004). Após agitar por 2 min., foi deixado em banho-maria por 12 min. a 80° C (POLANCZYK et al., 2004) e

após esse período, em um Becker com cubos de gelo por 5 min.. Depois do tratamento térmico, retirou-se 1 mL, passando para outro tubo de ensaio com 9 mL de solução salina, que foi novamente agitada, resultando na diluição 10^{-2} , e assim sucessivamente, até a diluição 10^{-4} .

De cada diluição foi retirada uma alíquota de 0,1 mL, com auxílio de micropipeta (CASTRO JÚNIOR et al., 2006), e realizada a inoculação na superfície do meio solidificado, realizando-se o espalhamento com uma alça de Drigalsky. Foram utilizadas as diluições 10^{-1} e 10^{-2} para a contagem dos fungos e as diluições 10^{-3} e 10^{-4} para as bactérias, sendo que as contagens foram realizadas na faixa de 10 a 100 colônias por placa. Os meios de cultura utilizados foram BDA acidificado (200 mL de caldo de batata, 18 g de ágar ágar, 10 g de dextrose e 10 gotas de ácido láctico, para 1 litro de meio) para fungos, pH 4,0 (COLLA et al., 2008) e o meio ágar-nutriente (5g de peptona, 3g de extrato de carne, 10g de NaCl e 10g de ágar, para 1 litro de meio) para bactérias, pH 6,0 (CASTRO JÚNIOR et al., 2006). De cada amostra, foi realizado o plaqueamento em triplicata, e as placas foram incubadas a 28° C, durante dois dias para bactérias e por três dias para os fungos (SOUTO et al., 2008). Após o período de incubação, as unidades formadoras de colônias (UFC) de fungos filamentosos e de bactérias foram contadas com o auxílio de um contador de colônias.

Cada colônia fúngica morfologicamente distinta foi isolada e repicada para outra placa de Petri contendo o meio BDA acidificado, sendo incubada até obter um crescimento adequado e mantida a 4° C até sua identificação. Os fungos filamentosos foram identificados em nível de gênero considerando-se as características macro e microscópicas das colônias. Após o preparo de lâminas e observação ao microscópio óptico, e com a realização de microcultivo em lâminas sempre que necessário, comparou-se os fungos à

descrição de Barnett & Hunter (1987), Nagamani et al. (2009), entre outros autores.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando os programas Excel, SPSS 19.0 e Statsdirect. A partir do teste de Kolmogorov-Smirnov, verificou-se a distribuição dos dados. Por tratarem-se de dados não-paramétricos, os resultados foram representados pela mediana e amplitude interquartis e, para verificar se houve diferenças significativas entre as áreas estudadas quanto à densidade de bactérias e de fungos filamentosos, foram utilizados o teste de Kruskal-Wallis e a análise Dwass-Steel-Chritchlow-Fligner do teste de Kruskal-Wallis. O intervalo de confiança utilizado em todos os testes foi de 95%.

Resultados e Discussão

As contagens dos microrganismos nas amostras de solo são apresentadas na Tabela 2. O número de células por grama de solo ficou na ordem de 10^5 a 10^6 para as bactérias e de 10^3 a 10^4 para os fungos, sendo esses valores considerados normais para solos cultivados em ambientes subtropicais. Castro Júnior et al. (2006) encontraram valores de

fungos na ordem de 10^2 células/g de solo e bactérias na ordem de 105 células/g de solo, a partir da coleta de solo na profundidade de 0 a 30 centímetros. No estudo de Meister et al. (2006), as densidades encontradas, em células por grama de solo, ficaram em torno de 10^6 para bactérias e entre 10^4 a 10^5 para fungos, a partir da coleta de solo na profundidade de 0 a 20 centímetros. Cabe destacar que a contagem de microrganismos do solo pode variar de acordo com as técnicas empregadas, como a profundidade da coleta do solo e o meio de cultura utilizado.

As maiores contagens da população bacteriana do solo foram encontradas na área de cultivo de videiras sob manejo agroecológico, seguida pelo vinhedo convencional, sendo que a menor quantidade de bactérias foi encontrada na área de vegetação nativa (Tabela 2). Quanto à densidade bacteriana nas áreas de estudo, foram encontradas diferenças significativas, sendo que a área de mata nativa não diferiu significativamente da área de vinhedo sob manejo convencional ($p=0,4185$), porém diferiu do vinhedo agroecológico ($p<0,0001$).

Tabela 2: Densidade de bactérias e fungos filamentosos do solo em áreas de cultivo de videiras sob diferentes manejos e em área de vegetação nativa, na localidade de Linha Quarenta, Caxias do Sul, RS.

| Característica | Vinhedo Agroecológico | Vinhedo Convencional | Mata Nativa | p ¹ |
|---|-----------------------|----------------------|-----------------|----------------|
| Densidade de bactérias (x10 ⁶ UFC/g de solo): mediana (AIQ) | 12,1 (8,35-20,95)a | 7,7 (1-10)b | 2,3 (1,35-4,5)b | <0,0001 |
| Densidade de fungos filamentosos (x10 ³ UFC/g de solo): mediana (AIQ) | 6 (2,95-8)a | 2,15 (1,75-3,7)b | 6,3 (4-15,7)a | <0,0001 |

UFC: unidades formadoras de colônias. AIQ: amplitude interquartis. 1: valor de significância do teste de Kruskal-Wallis, com probabilidade de 5%. Letras iguais representam resultados semelhantes, e letras distintas representam diferença estatisticamente significativa entre as áreas, de acordo com a análise de Dwass-Steel-Chritchlow-Fligner, com probabilidade de 5%.

A menor densidade bacteriana encontrada no solo sob mata nativa, quando comparada às áreas de cultivo agrícola, não era esperada, uma vez que as condições distintas do solo no ambiente nativo e a ausência de perturbações antrópicas propiciam melhor desenvolvimento e equilíbrio da microbiota (D'ANDRÉA et al., 2002). Além disso, solos com maiores teores de argila oferecem condições favoráveis para o crescimento e diversidade da comunidade microbiana, devido a disponibilidade de água e substrato, difusão de gases e proteção contra predadores (ZILLI et al., 2003), sendo que no presente estudo o solo sob mata nativa apresentou maior teor de argila quando comparado às áreas de vinhedo agroecológico e convencional (Tabela 1). No entanto, esse resultado pode ser explicado pelas variações de pH encontradas entre as áreas estudadas, uma vez que a área de mata nativa apresentou baixo valor de pH, enquanto nas áreas de cultivo de videiras o pH ficou próximo à neutralidade (Tabela 1). As diferenças de pH encontradas no presente estudo devem-se à calagem do solo nas áreas de cultivo de videiras, considerando que os solos da região são geralmente ácidos. Alguns autores relacionaram o aumento na densidade bacteriana em resposta à calagem, ou à diminuição da acidez do solo (BARROTI & NAHAS, 2000; BERNARDES & SANTOS, 2006). Cabe destacar também que as áreas de cultivo de videiras receberam adubação mineral e orgânica, apresentando altos teores de nutrientes (Tabela 1), favorecendo o desenvolvimento microbiano de forma direta pela disponibilidade de nutrientes (CARNEIRO et al., 2004).

A maior densidade de fungos filamentosos foi verificada na área de mata nativa, seguida pelo vinhedo sob manejo agroecológico, sendo que a menor densidade foi constatada no vinhedo convencional (Tabela 2). O número de células de fungos filamentosos por grama de solo apresentou

diferenças estatisticamente significativas quando consideradas as três áreas estudadas. Observou-se que a área de mata nativa diferiu significativamente do vinhedo convencional ($p < 0,0001$), no entanto, quando comparada ao vinhedo agroecológico, não foi verificada diferença significativa ($p = 0,5184$).

A maior densidade de fungos filamentosos encontrada na área sob vegetação nativa, quando comparada às áreas de cultivo agrícola, indica que o sistema natural propicia a ocorrência de maior número de microrganismos. Oliveira et al. (2007) compararam a composição da comunidade microbiana em diferentes agroecossistemas e vegetação nativa utilizando o método convencional de diluição em placas e encontraram diferenças significativas entre as áreas, sendo que maior densidade e diversidade da microbiota foram encontradas nas áreas sob vegetação nativa. Esse estudo também corrobora os resultados encontrados por outros autores, que constataram maiores valores de carbono da biomassa microbiana em áreas de mata nativa, quando comparadas a diferentes culturas agrícolas (D'ANDRÉA et al., 2002; MALUCHE-BARETTA et al., 2006). De acordo com D'Andrea et al. (2002), a maior diversidade de espécies vegetais existente na vegetação nativa resulta no aumento da diversidade de compostos orgânicos depositados na serapilheira e na rizosfera, favorecendo a sobrevivência e crescimento dos diferentes grupos de microrganismos do solo.

A análise das áreas de cultivo de videiras evidenciou que o tipo de manejo influenciou a densidade microbiana. Quanto à comunidade fúngica, a área de vinhedo agroecológico diferiu significativamente da área sob manejo convencional ($p = 0,0002$), apresentando maior densidade de fungos filamentosos. As áreas de vinhedo sob manejo agroecológico e convencional também diferiram significativamente entre si quanto

à densidade bacteriana ($p=0,0013$), com valores superiores para o cultivo agroecológico.

O fato da área de vinhedo sob manejo agroecológico apresentar maior densidade de fungos filamentosos e bactérias, quando comparada à área sob manejo convencional, corrobora com estudos de diferentes autores, que encontraram diferenças na comunidade microbiana, com valores mais positivos para áreas sob manejo agrícola menos intensivo (orgânico ou agroecológico, plantio direto, plantio com cobertura vegetal) quando comparado a áreas sob manejo convencional (com revolvimento do solo, uso de agrotóxicos e retirada da cobertura vegetal do solo, através de roçadas e herbicidas). Estudos comparando áreas de cultivo agrícola sob plantio direto e convencional demonstraram maiores valores de biomassa microbiana (ZILLI et al., 2007) e maiores contagens de fungos e bactérias (CARNEIRO et al., 2004) para sistemas agrícolas sob plantio direto quando comparado aos sistemas convencionais.

Diferentes autores compararam atributos microbianos do solo em áreas sob manejo orgânico (ou agroecológico) e convencional e encontraram resultados semelhantes aos verificados neste estudo. Probst et al. (2008) estudaram vinhedos orgânicos e convencionais, e encontraram maiores porcentagens de C da biomassa microbiana para as áreas com cultivo orgânico em comparação com os vinhedos sob manejo convencional. Maeder et al. (2002) constataram diferenças significativas na atividade microbiana, biomassa e composição da microbiota, de solos sob cultivo orgânico e convencional de batata e cereais, sendo que os maiores valores para esses atributos foram encontrados no solo sob manejo orgânico. Theodoro et al. (2003) também verificaram maiores valores de biomassa microbiana em áreas agrícolas sob manejo orgânico, quando comparadas ao cultivo convencional, apesar de não ter sido

verificada diferença significativa entre as áreas.

O presente estudo avaliou fungos filamentosos de vida livre no solo, já Oehl et al. (2004) investigaram a densidade e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em sistemas de cultivo orgânico e convencional. Esses autores verificaram que a abundância e diversidade dos FMA foram significativamente maiores nos sistemas orgânicos em comparação aos convencionais.

Uma das diferenças entre os dois vinhedos estudados é a utilização de agrotóxicos, sendo que diversos estudos têm sido realizados, sobretudo em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar diferenças nas comunidades microbianas após a aplicação de diferentes agrotóxicos, demonstrando que diferentes herbicidas e fungicidas afetaram negativamente a microbiota do solo, pelo menos transitoriamente (SILVA et al., 2005), apesar de poder haver o efeito inverso, aumentando a densidade microbiana, dependendo do agrotóxico e da dose aplicada (SOUZA et al., 1996). Dessa forma, considera-se que, no presente trabalho, a menor densidade microbiana, bem como a diversidade fúngica reduzida na área de cultivo de videiras sob manejo convencional, quando comparada ao vinhedo agroecológico, podem estar relacionadas, entre outras práticas, à aplicação de agrotóxicos, especialmente fungicidas, na área sob manejo convencional, interferindo na estrutura e nas interações da comunidade microbiana.

No presente estudo foram identificados 26 gêneros de fungos filamentosos, sendo que 16 estiveram presentes na área de mata nativa, 15 no vinhedo convencional e 20 no vinhedo agroecológico. Esses dados corroboram os resultados encontrados por outros autores, como Drinkwater et al. (1995), que verificaram maior diversidade microbiana nos cultivos de tomate sob manejo orgânico em relação a cultivos sob manejo convencional. Em outro estudo, Prade (2007)

encontrou maior número de espécies de fungos em pomar de *Citrus sinensis* sob manejo agroecológico, seguido pelo pomar sob manejo convencional, pela mata ripária com vegetação nativa e, por último, pela área reflorestada por *Hovenia dulcis*.

A Tabela 3 apresenta o número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) de cada gênero observadas durante todo o estudo e a porcentagem de placas em que cada gênero esteve presente nas

três áreas estudadas.

No vinhedo sob manejo agroecológico, o maior número de isolados fúngicos foi do gênero *Aspergillus*, seguido por *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Fusarium*, *Gliocladium*, representantes do grupo *Mycelia sterilia*, *Verticillium*, *Scopulariopsis*, *Acremonium*, *Chrysosporium*, *Trichoderma*, *Pythium*, *Myrothecium*, *Pestalotia*, *Monilia*, *Sepedonium*, *Arthrinium*, *Mucor*, *Phoma* e *Cylindrocladium*. Já na área de cultivo de videiras

Tabela 3: Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) e frequência dos diferentes gêneros de fungos filamentosos identificados no solo dos vinhedos agroecológico e convencional e na mata nativa, na localidade de Linha Quarenta, Caxias do Sul, RS.

| Gênero | Vinhedo Agroecológico | | Mata Nativa | | Vinhedo Convencional | | Total | |
|-------------------------|-----------------------------|------------------|----------------|------|----------------------|-----|----------------|------|
| | Frequência (%) ¹ | UFC ² | Frequência (%) | UFC | Frequência (%) | UF | Frequência (%) | UFC |
| <i>Penicillium</i> | 23,15 | 424 | 25,00 | 4619 | 15,74 | 234 | 63,89 | 5277 |
| <i>Fusarium</i> | 23,15 | 298 | 3,70 | 19 | 20,37 | 274 | 47,22 | 591 |
| <i>Sepedonium</i> | 2,78 | 16 | 2,78 | 226 | 1,85 | 21 | 7,41 | 263 |
| <i>Trichoderma</i> | 5,56 | 38 | 17,59 | 298 | 8,33 | 177 | 31,48 | 513 |
| <i>Mycelia sterilia</i> | 5,56 | 150 | 0,93 | 10 | 1,85 | 30 | 8,33 | 190 |
| <i>Aspergillus</i> | 15,74 | 573 | 1,85 | 31 | 4,63 | 32 | 22,22 | 636 |
| <i>Paecilomyces</i> | 18,52 | 373 | 7,41 | 113 | 4,63 | 21 | 30,56 | 507 |
| <i>Mucor</i> | 0,93 | 2 | 8,33 | 342 | 0,93 | 3 | 10,19 | 347 |
| <i>Gliocladium</i> | 4,63 | 169 | 3,70 | 73 | 2,78 | 13 | 11,11 | 255 |
| <i>Chrysosporium</i> | 2,78 | 40 | 0,93 | 20 | 1,85 | 21 | 5,56 | 61 |
| <i>Pythium</i> | 3,70 | 35 | 4,63 | 104 | - | - | 8,33 | 139 |
| <i>Phoma</i> | 1,85 | 2 | 8,33 | 272 | - | - | 10,19 | 274 |
| <i>Cylindrocladium</i> | 0,93 | 1 | - | - | 1,85 | 3 | 2,78 | 4 |
| <i>Myrothecium</i> | 0,93 | 30 | - | - | 3,70 | 39 | 4,63 | 69 |
| <i>Verticillium</i> | 4,63 | 108 | - | - | 7,41 | 117 | 12,04 | 225 |
| <i>Monilia</i> | 0,93 | 20 | - | - | - | - | 0,93 | 20 |
| <i>Acremonium</i> | 0,93 | 50 | - | - | - | - | 0,93 | 50 |
| <i>Arthrinium</i> | 0,93 | 8 | - | - | - | - | 0,93 | 8 |
| <i>Pestalotia</i> | 1,85 | 28 | - | - | - | - | 1,85 | 28 |
| <i>Scopulariopsis</i> | 1,85 | 69 | - | - | - | - | 1,85 | 69 |
| <i>Oedocephalum</i> | - | - | 0,93 | 11 | - | - | 0,93 | 11 |
| <i>Geonichium</i> | - | - | 0,93 | 20 | - | - | 0,93 | 20 |
| <i>Cunninghamella</i> | - | - | 3,70 | 58 | - | - | 3,70 | 58 |
| Não-identificado | - | - | 2,78 | 57 | - | - | 2,78 | 57 |
| <i>Alternaria</i> | - | - | - | - | 0,93 | 10 | 0,93 | 10 |
| <i>Sordaria</i> | - | - | - | - | 0,93 | 20 | 0,93 | 20 |

(1): porcentagem de placas com a presença do gênero, considerando o total de 36 placas para cada área estudada.

(2): número de colônias observadas para cada gênero durante todo o estudo.

sob manejo convencional, o gênero mais abundante foi *Fusarium*, seguido por *Penicillium*, *Trichoderma*, *Verticillium*, *Myrothecium*, *Aspergillus*, representantes do grupo *Mycelia sterilia*, *Sepedonium*, *Paecilomyces*, *Chrysosporium*, *Sordaria*, *Gliocladium*, *Alternaria*, *Mucor* e *Cylindrocladium*. Prade et al. (2007) também encontraram os gêneros *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Verticillium* e *Paecilomyces* em áreas de cultivo agrícola (pomares de *Citrus sinensis*) sob diferentes formas de manejo, no Rio Grande do Sul.

Na área de mata nativa o maior número de isolados foi de *Penicillium*, seguido por *Mucor*, *Trichoderma*, *Phoma*, *Sepedonium*, *Paecilomyces*, *Pythium*, *Gliocladium*, *Cunninghamella*, um gênero não-identificado, *Aspergillus*, *Chrysosporium*, *Geotrichum*, *Fusarium*, *Oedocephalum* e representantes do grupo *Mycelia sterilia*.

Os gêneros mais abundantes nas três áreas estudadas foram *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma* e *Paecilomyces*. No estudo realizado por Prade (2007), as espécies fúngicas que apresentaram maior número de isolados, considerando as áreas de pomar de *Citrus sinensis*, mata ripária e plantio de *Hovenia dulcis*, foram *Trichoderma*, *Aspergillus* e *Penicillium*. Salienta-se que os gêneros *Mucor*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Pythium*, *Verticillium* e *Alternaria*, que apresentaram elevado número de isolados no presente estudo, estão descritos na literatura entre os gêneros de fungos filamentosos considerados os mais comuns encontrados no solo (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Nas condições em que o estudo foi realizado, foi possível observar maior número de isolados de fungos potencialmente patogênicos na área de cultivo de videiras sob manejo convencional, destacando-se o gênero *Fusarium* como o mais abundante para a área. De acordo com Prade et al. (2006), organismos fitopatogênicos podem ser

indicativos de que a baixa variabilidade florística pode afetar o desenvolvimento de outras espécies fúngicas que atuam como antagonistas, podendo direcionar a ocorrência de habitats específicos para algumas espécies. Já para as áreas sob manejo agroecológico e vegetação nativa, houve maior ocorrência de fungos filamentosos considerados saprofitos, importantes no processo de decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, favorecendo a manutenção da microbiota do solo. Esses dados indicam a qualidade do solo do vinhedo sob manejo agroecológico, que propiciou a ocorrência de maior número de gêneros de fungos filamentosos, sendo que o fato da área ter apresentado maior abundância de gêneros do que o ambiente nativo pode estar relacionado às melhores condições nutricionais do solo.

A partir dos resultados obtidos, espera-se que a adoção do manejo agroecológico no cultivo de videiras no município de Caxias do Sul contribua para o aumento da capacidade produtiva ao longo dos anos, mantendo a qualidade e fertilidade do solo, diminuindo a necessidade de insumos externos e reduzindo o impacto da agricultura no ecossistema.

Conclusões

A adoção de diferentes formas de manejo no cultivo de *Vitis* spp. influenciou significativamente a microbiota do solo;

O solo sob vegetação nativa apresentou maior densidade de fungos filamentosos quando comparado ao solo de áreas de cultivo convencional de videiras;

A área de mata nativa apresentou menor densidade bacteriana quando comparada às áreas de cultivo agroecológico de videiras;

O solo do vinhedo sob manejo agroecológico apresentou maior densidade de bactérias e de fungos filamentosos quando comparado ao manejo

convencional;

O maior número de gêneros de fungos filamentosos foi encontrado no vinhedo sob manejo agroecológico, seguido pela área sob vegetação nativa, sendo que a menor abundância de gêneros foi observada no vinhedo convencional.

Referências Bibliográficas

- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 4. ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. 218 p.
- BARROTI, G.; NAHAS, E. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n. 10, p.2043-2050, 2000.
- BERNARDES, C.M.; SANTOS, M.A. População microbiana como indicadora de interferência de diferentes manejos de solos de cerrado com cultivo de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.22, n.2, p.7-16, 2006.
- CARNEIRO, R.G. et al. Indicadores biológicos associados ao ciclo do fósforo em solos de cerrado sob plantio direto e plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.7, p.661-669, 2004.
- CASTRO JÚNIOR, J.V. et al. Avaliação do efeito do herbicida glifosato na microbiota do solo. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.16, p.21-30, 2006.
- COLLA, L.M. et al. Isolamento e seleção de fungos para biorremediação a partir de solo contaminado com herbicidas triazínicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.809-813, 2008.
- D'ANDRÉA, A. F. et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.913-923, 2002.
- DRINKWATER, L.E. et al. Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. **Ecological Applications**, Washington, v.5, n.4, p.1098-1112, 1995.
- FLORES, C.A.F. et al. **Levantamento semidetalhado de Solos: Região da Serra Gaúcha – Estado do Rio Grande do Sul (Mapa)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. Capturado em 10 mai. 2012. Online. Disponível na Internet http://www.aune.rs.gov.br/downloads/planejamento_regional/corede_solos/Caxias%20do%20Sul%20Solos.pdf.
- LAMPKIN, N. **Agricultura ecológica**. Madrid: Mundi-Prensas Libros, 1998. 620 p.
- MAEDER, P. et al. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. **Science**, Washington, v.296, n.5573, p.1694-1697, 2002.
- MALUCHE-BARETTA, C.R.D. et al. Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.10, p.1531-1539, 2006.
- MEISTER, J. V. et al. Ação e comparação da população microbiana em sistemas de cultivo convencional e ecológico em propriedades familiares na região centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, v.1, n.1, p.1245-1249, 2006.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.
- NAGAMANI, A. et al. **Handbook of soil fungi**. New Delhi: I.K. International Pvt. Ltd., 2009. 477p.
- OEHL, F. et al. Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. **Oecologia**, v.138, p.574-583, 2004.
- OLIVEIRA, V.C. et al. População microbiana de solos sob diferentes agroecossistemas e vegetação nativa no semi-árido. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, v.2, n.1, p.898-901, 2007.
- PEREIRA, A.A. et al. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1397-1412, 2007.
- POLANCZYK, R.A. et al. Isolamento de *Bacillus thuringiensis* Berliner a partir de amostras de solos e sua patogenicidade para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.2, p.209-214, 2004.
- PRADE, C.A. Aspectos ecológicos da comunidade fúngica do solo em ambientes ripários com diferentes formas de manejo. Porto Alegre, 2007. 90 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PRADE, C.A. et al. Diversidade de fungos

- filamentosos e microscópicos do solo em uma plantação de *Hovenia dulcis* Thumb. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.14, n.2, p.101-106, 2006.
- PRADE, C.A. et al. Diversidade de fungos do solo em sistemas agrofloretais de *Citrus* com diferentes tipos de manejo no município de Roca Sales, Rio Grande do Sul, **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.15, n.1, p.73-81, 2007.
- PROBST, B. et al. Vineyard soils under organic and conventional management - microbial biomass and activity indices and their relation to soil chemical properties. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.44, p. 443-450, 2008.
- SILVA, C.M.M.S; VIEIRA, R.F. Impacto de xenobióticos e metais pesados na microbiota do solo. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Eds). **Microbiologia ambiental**. 2. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 17-48.
- SILVA, C.M.M.S. et al. Efeito dos fungicidas metalaxil e fenarimol na microbiota do solo. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.15, p.93-104, 2005.
- SOUTO, P.C. et al. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.151-160, 2008.
- SOUZA, A.P. et al. Efeito do oxyfluorfen, 2, 4-D e glyphosate na atividade microbiana de solos com diferentes texturas e conteúdos de matéria orgânica. **Planta Daninha**, Londrina, v.14, n.1, p.55-64, 1996.
- THEODORO, V.C.A. et al. Carbono da biomassa microbiana e micorriza em solo sob mata nativa e agroecossistemas cafeeiros. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.25, n.1, p.147-153, 2003.
- ZILLI, J.E. et al. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.20, n.3, p.391-411, 2003.
- ZILLI, J. E. et al. População microbiana em solo cultivado com soja e tratado com diferentes herbicidas em área de cerrado no estado de Roraima. **Acta Amazonica**, Manaus, v.37, n.2, p.201-212, 2007.