

DIVERSIDADE DE *Trichocomaceae* ISOLADAS DE SOLO EM DOIS ECOSISTEMAS FLORESTAIS

DIVERSITY OF ISOLATED *Trichocomaceae* FROM SOIL IN TWO FOREST ECOSYSTEMS

Marcelo Elias Fraga¹ Marcos Gervasio Pereira² Deivison Jesus Barbosa³

Maruzanete Pereira Melo³

RESUMO

A família *Trichocomaceae* inclui os gêneros de fungos anamórficos, *Aspergillus* e *Penicillium*. Muitos membros dessa família são importantes causadores de degradação de alimentos, biodeterioração, patogênicos a animais, e algumas espécies são usadas em biotecnologia e podem produzir micotoxinas. O presente trabalho foi realizado em duas áreas, durante o período de um ano (2006-2007) com coletas em área de plantio de pinus (*Pinus elliottii*) e Corymbia (*Corymbia citriodora*) com idade aproximada de 20 anos, no campus da UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. Na área de cada cobertura vegetal foi estabelecida uma parcela de aproximadamente 500 m², onde foram coletadas aleatoriamente dez amostras simples, em intervalos regulares de 70 dias. No momento da coleta foram medidas as temperaturas do solo com geotermômetro digital. Durante o estudo também foi quantificada a precipitação pluviométrica e a temperatura ambiente. No período, foi verificada uma pequena variação da temperatura do solo nas áreas, valores de 21,93 a 27,69°C na área de pinus e 22,22 a 26,58°C na área de Corymbia. A variação mensal da umidade relativa mínima foi de 27,2/20,5 e máxima de 82,6/63,2 e os maiores valores de precipitação observados foi no mês de janeiro (22 dias). Em relação à micobiota, foi observada uma variação crescente da unidade formadora de colônia (UFC) nos períodos de maior temperatura e umidade relativa com índices variando de 12,8/58,2 e 20,3/83,3x10³ para Corymbia e pinus respectivamente. O número total de fungos foi de 190 isolados, pertencentes a cinco gêneros e 54 espécies diferentes, sendo 32 *Penicillium* spp., 19 *Aspergillus* spp., um *Eupenicillium javanicu*, um *Eurotium chevalieri* e um *Sclerocleista ornata*. A espécie mais abundante foi *Penicillium decumbens*, sendo encontrada em todas as coletas. Os períodos de maior concentração de UFC estão correlacionados com os períodos de chuva, umidade relativa e temperatura. As variáveis climáticas precipitação e temperatura foram os fatores que mais influenciaram na sucessão da micobiota no solo.

Palavras-chave: *Trichocomaceae*; *Pinus elliottii*; *Corymbia citriodora*; solo.

ABSTRACT

Trichocomaceae family encompasses the greatest anamorphic fungi genera: *Aspergillus* and *Penicillium*. Many from this family have been causing food degradation, biodeterioration, animal pathologies, and some species have also been used in biotechnology as well as being responsible for mycotoxins production. This survey was carried out from 2006 to 2007 on approximately 20 years old *Pinus* (*Pinus elliottii*) and *Corymbia* (*Corymbia citriodora*) two plantation areas at Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil. At each litter area, around 500 m², parcel was set up where 10 single samples at 70 days interval were randomly sampled. Soil temperatures by digital geothermometer at sampling point time were measured. Pluviometric precipitation annual environmental temperature during the research were also quantified. Soil

1. Biólogo, Dr., Professor Adjunto do Núcleo de Pesquisa Micológica e Micotoxicológica, Departamento de Microbiologia e Imunologia Veterinária, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, CEP 23851-970, Seropédica (RJ). fraga@ufrj.br
2. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado do Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, CEP 23851-970, Seropédica (RJ). gervasio@ufrj.br
3. Acadêmico do Curso de Agronomia, Núcleo de Pesquisa Micológica e Micotoxicológica, Departamento de Microbiologia e Imunologia Veterinária, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, CEP 23851-970, Seropédica (RJ).

Recebido para publicação em 15/10/2008 e aceito em 19/10/2009.

temperature ranging from 21.93 to 27.69 °C at pinus area as well as from 22.22 to 26.58 °C at Corymbia one was reported. The monthly minimum relative humidity was 27.2/20.5 and maximum 82.6/63.2 as well as greatest precipitation levels for 22 days in January was observed. In relation to mycobiota, an increasing colony unit formation (CFU) difference at highest temperature and relative humidity ranging from 12.8 to 58.2 and 20.3 to 83.3 x 10³ for Corymbia and pinus was reported. Fungi records total number presented 190 isolated ones from five genera and 54 different species: 32 *Penicillium* spp., 19 *Aspergillus* spp., one *Eupenicillium javanicu*, one *Eurotium chevalieri* and one *Sclerocleista ornate*, at all. The most abundant species was *Penicillium decumbens*, found in all samples. The periods of greatest concentration of CFU are correlated with periods of rain, humidity and temperature. Climatic variables as precipitation and temperature have been the elements which influenced the soil mycobiota changing the most.

Keyword: *Trichocomaceae*; *Pinus elliottii*; *Corymbia citriodora*; soil.

INTRODUÇÃO

Os plantios comerciais brasileiros com espécies dos gêneros *Pinus* e *Corymbia* têm ocupado extensas áreas, para produção de celulose e papel, embalagens, aglomerados, mobiliários, compensados e chapas, dentre outras aplicações (SBS, 2008). A produtividade dessas florestas é função de interação entre fatores biofísicos, químicos e biológicos. A ciclagem biológica e a retransformação e nutrientes são responsáveis pelo estado nutricional apresentado pelas árvores (AUER *et al.*, 2006).

O solo florestal é um habitat que oferece ambiente propício do desenvolvimento microbiano. E a participação da microbiota do solo no funcionamento e sustentabilidade dos ecossistemas é bem reconhecida (MOREIRA *et al.*, 2008). Dessa forma alguns parâmetros referentes à atividade dos micro-organismos no solo podem ser utilizados como bioindicadores para avaliação do estado de equilíbrio ou desequilíbrio dos ecossistemas florestais (PEÑA *et al.*, 2005).

A diversidade é, em parte, uma função dinâmica evolucionária, uma vez que a mutação, a recombinação genética e a seleção natural combinam-se para produzir variabilidade, inovação e diferenciação na biota terrestre. Uma maior diversidade de espécies conduz à maior diferenciação de habitats e aumento na produtividade que, por sua vez, permite uma diversidade ainda maior de espécies, tornando assim, as interações ecológicas próximas a estabilidade (GLIESSMANN, 2000).

Dentro da família *Trichocomaceae*, os principais gêneros de fungos anamórficos são os *Aspergillus* e os *Penicillium*. Muitos membros dessa família são importantes causadores da degradação de alimentos, biodeterioração, patogênicos a animais, e algumas espécies são usadas em biotecnologia e podem produzir micotoxinas (MARKOVINA *et al.*, 2005).

Na biosfera, o habitat mais rico em fungos é o solo. A principal função desses organismos é a degradação de matéria orgânica, envolvendo pelo menos quatro grupos distintos: celulolíticos, hemicelulolíticos, pectinolíticos e ligninolíticos (TAUK, 1990).

Embora, muito se tenha estudado sobre a produção de *Pinus* e *Corymbia*, poucas são as informações sobre a microbiota decompositora e a sucessão desses organismos no solo (VENEDIKIAN e GODEAS, 1996; VENEDIKIAN *et al.*, 2001; VIRZO de SANTO *et al.*, 2002).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade e a sucessão da família *Trichocomaceae* nos ecossistemas florestais de *Pinus elliottii* e *Corymbia citriodora* no período de 1 ano, no campus da UFRRJ.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, com aproximadamente 500 m², está localizada no campus da UFRRJ, município de Seropédica, RJ, entre as coordenadas Latitude: S 22° 45' 48.3" e Longitude: WO 43° 42' 14.3" para *Pinus* e Latitude: S 22° 45' 57.1" e Longitude: WO 43° 41' 14.8" para *Corymbia*. Os solos foram classificados como Planossolo Háplico segundo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Os solos em questão apresentaram pequena variação quanto a sua composição granulométrica e química. O solo caracterizado até a profundidade de 10 cm apresenta textura arenosa (~90% de areia), baixos valores de capacidade de troca catiônica, material orgânico e conteúdo de Al⁺³ de 0,2 cmol.dm⁻³, Ca²⁺+Mg²⁺ de 1,3 cmol.dm⁻³, e conteúdos de P e K de 10 mg.dm³ e 21 mg.dm³ respectivamente.

Os dados meteorológicos utilizados foram temperatura (T) do ar, umidade relativa (UR) e precipitação pluviométrica obtidos da Empresa de

Pesquisa Agropecuária do estado do Rio de Janeiro (PESAGRO) na Estação Experimental de Seropédica, RJ.

Na área de cada cobertura florestal, foi delimitada uma gleba de dimensões de 50 x 50 m. Em cada gleba, foram abertas dez trincheiras até a profundidade de 10 cm. Após a retirada da serapilheira depositada, foram coletadas amostras na profundidade de 0-5 cm. As dez amostras simples, foram reunidas formando uma amostra composta de aproximadamente 1 kg. As coletas foram realizadas pela manhã, sendo as amostras acondicionadas em saco de papel, sendo posteriormente levadas ao laboratório para análise. No momento da coleta foram medidas a temperaturas do solo com geotermômetro digital, e tomadas amostras para determinação do conteúdo de água no solo (umidade). As coletas foram realizadas no intervalo de julho de 2006 a maio de 2007, em intervalos regulares de 70 dias (n = 20).

A microbiota foi quantificada por UFC. O isolamento e identificação dos fungos foram feitos a 25°C por 5 a 7 dias, em cinco gramas de solo resuspendido em 45 mL de 0,1% de peptona contendo 0,1% de Tween 80 em frasco Erlenmeyer, em seguida agitado por 30 min em Shake a 150 rpm (GOMES *et al.*, 2001; MARKOVINA *et al.*, 2005).

A contagem das UFC foi realizada segundo

metodologia de diluição decimal seriada (10^2 , 10^3 e 10^4) com três repetições. Todas as placas foram observadas diariamente, sendo que as placas de meios para enumeração foram selecionadas dentre aquelas que apresentaram número de colônias entre 10 a 100 (SAMSON *et al.*, 2001). O isolamento foi baseado no estudo morfológico (macroscópico e microscópico) em meio Agar Dicloran Rosa de Bengal Cloranfenicol (DRBC) para as espécies da família *Trichocomaceae* (MARKOVINA *et al.*, 2005). Para as identificações das espécies, foram consultadas bibliografias específicas como: Raper e Fennell (1965), Al-Musallam (1980), Klich e Pitt (1988), Pitt (2000), Samson *et al.* (2000); Klich (2002), Abarca *et al.* (2004), Samson e Frisvad (2004) e Samson e Varga (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados ambientais referentes à umidade relativa e temperatura durante o ano de coleta, apresentaram o valor máximo em dezembro com UR de 92% e T de 30°C, e o mínimo em setembro com 53% para UR e 15,4°C para T. Entretanto, nos meses de coleta (julho de 2006 a maio de 2007), foi verificada uma pequena variação na umidade relativa e temperatura (Figura 1).

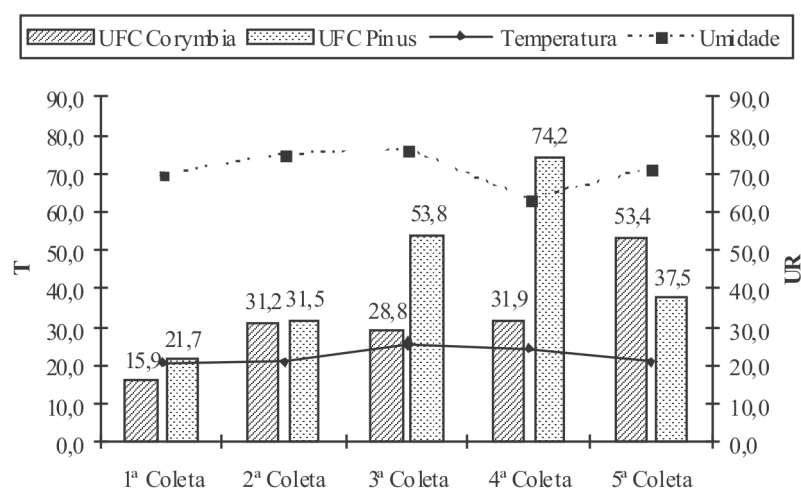


FIGURA 1: Variação da temperatura (T), umidade relativa (UR) (referente à média do mês de coleta) e unidade formadora de colônia (UFC x10³) (média entre as duas amostras) em relação aos dados meteorológicos.

FIGURE 1: Temperature variation, relative humidity (in relative to sampling month average) and colony forming unit (CFU x 10³) (two samples average) regarding to meteorological data.

Essa pequena variação de umidade relativa e temperatura associadas com período de chuva promoveram um efeito diferenciado entre as áreas com relação ao desenvolvimento dos fungos. Para a área de *Pinus* verificou-se um aumento progressivo das UFC em função do aumento da precipitação, sendo verificado o valor máximo de $83,3 \times 10^4$. Esse comportamento foi diferenciado do observado para as amostras oriundas da área de *Corymbia* que não apresentaram aumento das UFC (coletas 1 a 4), sendo observado uma maior frequência destas na quinta coleta $58,2 \times 10^4$.

A relação entre a atividade microbiana e a umidade do meio tem sido mostrada em vários trabalhos. Pena *et al.* (2005), estudando um ecossistema florestal (floresta ombrófila densa) em Paranaguá (PR) verificaram que a respiração microbiana pode funcionar como um indicador da qualidade de solo.

Neste estudo, o efeito da umidade pode ter contribuído para diferença da UFC entre as duas coberturas que variaram de 12,8 a $58,2 \times 10^4$ para *Corymbia* e 20,3 a $83,3 \times 10^4$ para pinus. O número de UFC encontrado apresenta-se com valores aproximados aos verificados na literatura, valores esses para Floresta Atlântica que variaram de 25 a 38×10^4 UFC (TAUK-TORNISIELO *et al.*, 2005) e para plantação de *Corymbia* 30×10^4 UFC (VIEIRA e NAHAS, 2005). No entanto, esses autores não utilizaram o mesmo meio seletivo, que foi usado neste estudo, e que favoreceu o crescimento das espécies da família *Trichocomaceae* (Figura 2 e 3).

Os fungos saprófitas apresentam-se na sua grande maioria no solo. Entretanto, é extremamente complexa a quantificação e isolamento destes em tal ambiente (DOMSCH *et al.*, 1993). A metodologia de cultivo direto utilizada para caracterização quantitativa da presença de fungos no solo apresenta-se com limitações quando comparadas com as técnicas moleculares (BRIDGE e SPOONER, 2001; KIRK *et al.*, 2004; VIEIRA e NAHAS, 2005). A grande vantagem do cultivo direto em relação à caracterização qualitativa, é que por meio desta é possível isolar fungos, mesmo que estejam em pequena quantidade.

O número total de registros de fungos apresentou 190 isolados, pertencentes a cinco gêneros e 54 espécies diferente, sendo 32 *Penicillium* spp., 19 *Aspergillus* spp., um *Eupenicillium javanicu*, um *Eurotium chevalieri* e um *Sclerocleista ornata*. Entre as 54 espécies isoladas, 11 não foram encontradas

em solo de *Pinus*, 18 em solo de *Corymbia* e 25 foram encontradas nos dois tipos de solo (Tabela 1).

As espécies do gênero *Aspergillus* foram encontradas com maior frequência nas primeira e segunda coleta (julho e setembro). Em relação às espécies de *Penicillium* que se apresentaram com uma distribuição homogênea nas cinco coletas.

A espécie mais abundante foi *Penicillium decumbens*, sendo encontrada em todas as coletas. Já as espécies *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium griseofulvum* e *Penicillium purpurogenum* foram encontradas em quatro coletas sendo caracterizadas com moderadamente abundante. As espécies consideradas raras foram encontradas em uma das coletas, *Aspergillus auricomus*, *Aspergillus candidus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niveus*, *Aspergillus sojae*, *Aspergillus ustus*, *Eupenicillium javanicum*, *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium crustosum*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium rugulosum* e *Penicillium vulpinum* (Tabela 1).

A uniformidade da cobertura vegetal (plantios homogêneos) pode estar influenciando na baixa diversidade dos fungos. Segundo Klich (2002), a diversidade da comunidade fúngica do solo, pode tornar-se reduzida em habitats com baixa diversidade florística, assim com as queimadas e manejo de áreas cultivadas podem afetar a diversidade de fungos do solo. A presença de algumas substâncias contidas nas folhas dos vegetais, como em *Corymbia* que é rico em tanino, também pode restringir o desenvolvimento de algumas espécies (MARKOVINA *et al.*, 2005).

De acordo com Christensen *et al.* (2000), a diversidade e dominância da população de fungos de solo dependem da ocorrência de habitats específicos para determinadas espécies e para que ocorra uma alta diversidade de fungos. Essas observações corroboram com os resultados encontrados, pois se verificou a predominância de fungos pertencentes ao gênero *Penicillium*. Resultados semelhantes também foram verificados por outros autores, em áreas de plantio de pinus (AUER *et al.*, 2006) e *Corymbia* (MARKOVINA *et al.*, 2005). Os resultados encontrados neste estudo são confirmados pelos dados de Christensen *et al.* (2000) nos quais os autores propõem que o gênero *Penicillium* é um dos maiores representante da biodiversidade no solo, sobretudo em ambientes florestais. Em contraste com o gênero *Aspergillus*, que é encontrado com maior frequência em ambientes agrícolas com culturas de ciclo curto (KLICH, 2002; HORN, 2007).

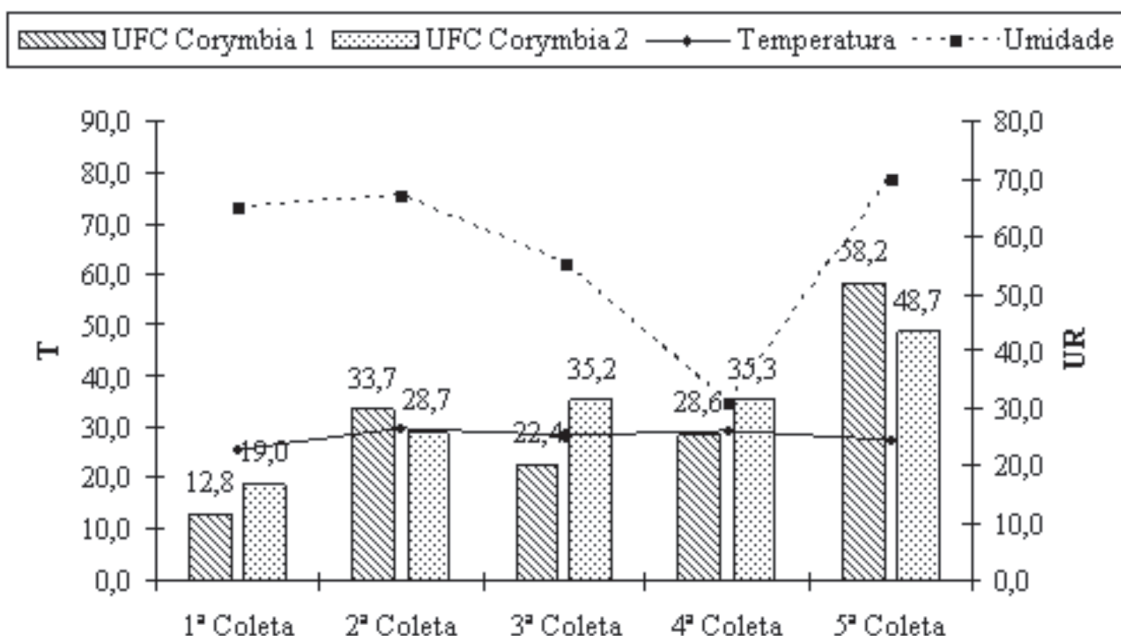


FIGURA 2: Variação da temperatura (T), umidade relativa (UR) (referente a média do mês de coleta) e unidade formadora de colônia (UFC x10³) de *Corymbia* em relação aos dados solo.

FIGURE 2: Temperature variation, relative humidity (in relation to sampling month average) and *Corymbia* colony forming unit (CFU x 10³) regarding to soil data.

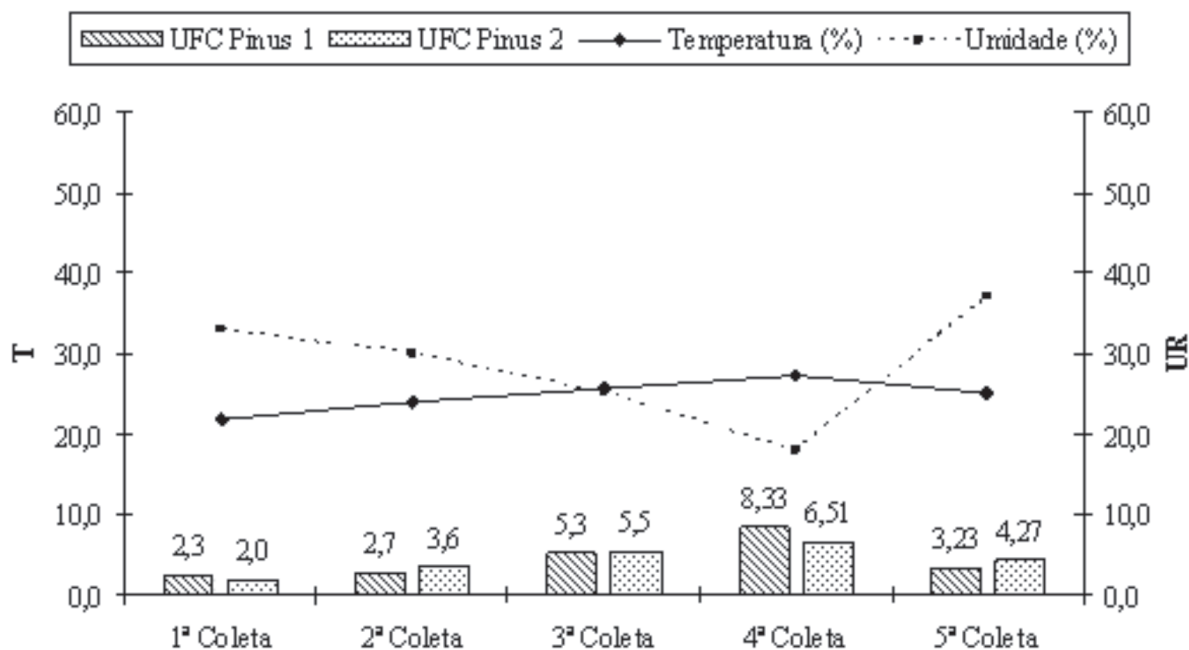


FIGURA 3: Variação da temperatura (T), umidade relativa (UR) (referente à média do mês de coleta) e unidade formadora de colônia (UFC x10⁴) de *Pinus* em relação aos dados solo.

FIGURE 3: Temperature variation, relative humidity (in relation to sampling month average) and *Pinus* colony forming unit (CFU x 10⁴) regarding to soil data.

TABELA 1: Espécies de *Trichocomaceae* isoladas do solo de florestamento de *Corymbia citriodora* e *Pinus elliottii* no período de um ano no campus da UFRRJ.TABLE 1: Isolated *Trichocomaceae* species from *Corymbia citriodora* and *Pinus elliottii* forest soil for one year on the campus of UFRRJ.

Fungos	Coletas															FC	AE (%)*	FP	AE (%)*					
	Corymbia										Pinus													
	1		2		3		4		5		1		2		3					4		5		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1					2	1	2	1	2
<i>Aspergillus aculeatus</i>			x	x			x	x													3,7	MR	NI	
<i>Aspergillus alliaceus</i>	x	x									x										1,8	R	1,8	R
<i>Aspergillus auricomus</i>												x									NI		1,8	R
<i>Aspergillus candidus</i>		x																			1,8	R	NI	
<i>Aspergillus cervinus</i>	x	x																			1,8	R	NI	
<i>Aspergillus flavus</i>			x	x			x	x	X	x	x	x	x	x							6,0	MA	3,7	MR
<i>Aspergillus fumigatus</i>	x																				1,8	R	NI	
<i>Aspergillus melleus</i>										x				x							1,8	R	1,8	R
<i>Aspergillus niger</i>	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x							3,7	MR	3,7	MR
<i>Aspergillus niveus</i>											x										NI		1,8	R
<i>Aspergillus nutans</i>	x	x																			1,8	R	NI	
<i>Aspergillus parasiticus</i>																x	x				NI		1,8	R
<i>Aspergillus ochraceus</i>											x	x									NI		1,8	R
<i>Aspergillus sojae</i>			x																		1,8	R	NI	
<i>Aspergillus sydowii</i>	x	x									x	x	x	x							1,8	R	3,7	MR
<i>Aspergillus terreus</i>			x	x	x	x					x	x	x	x							3,7	MR	3,7	MR
<i>Aspergillus unguis</i>		x											x								1,8	R	1,8	R
<i>Aspergillus ustus</i>											x										NI		1,8	R
<i>Aspergillus versicolor</i>											x	x									NI		1,8	R

Continua ...

TABELA 1: Continuação ...

TABLE 1: Continued ...

Fungos	Coletas																FC	AE (%)*	FP	AE (%)*																	
	<i>Corymbia</i>										<i>Pinus</i>																										
	1		2		3		4		5		1		2		3						4		5														
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2					1	2	1	2													
<i>Eupenicillium javanicum</i>															x										NI		1,8	R									
<i>Eurotium chevalieri</i>				x								x	x	x	x											1,8	R	3,7	MR								
<i>Penicillium brevicompactum</i>												x														NI		1,8	R								
<i>Penicillium canescens</i>															x	x											NI		1,8	R							
<i>Penicillium chrysogenum</i>				x																							1,8	R	NI								
<i>Penicillium citrinum</i>	x	x	x	x											x	x											3,7	MR	3,7	MR							
<i>Penicillium citrionigrum</i>	x	x																									1,8	R	NI								
<i>Penicillium commune</i>					x	x										x	x										1,8	R	1,8	R							
<i>Penicillium corylophilum</i>															x	x	x	x									NI		3,7	MR							
<i>Penicillium crustosum</i>																											NI		1,8	R							
<i>Penicillium decumbens</i>																											1,8	R	9,3	A							
<i>Penicillium digitatum</i>				x																							1,8	R	NI								
<i>Penicillium expansum</i>																											NI		1,8	R							
<i>Penicillium fellutanum</i>																														x	x	NI		1,8	R		
<i>Penicillium funiculosum</i>																												1,8	R	NI							
<i>Penicillium glabrum</i>																															x	1,8	R	1,8	R		
<i>Penicillium griseofulvum</i>				x	x																										x	x	1,8	R	6,0	MA	
<i>Penicillium implicatum</i>																															x	x	1,8	R	3,7	MR	
<i>Penicillium islandicum</i>	x	x	x	x																											x	x	3,7	MR	3,7	MR	
<i>Penicillium janczewshii</i>																															x	x	NI		1,8	R	
<i>Penicillium janthinellum</i>																																x	x	1,8	R	1,8	R
<i>Penicillium jensenii</i>																																x	x	1,8	R	1,8	R
<i>Penicillium lividum</i>																																x	x	1,8	R	3,7	MR

Continua ...

TABELA 1: Continuação ...

TABLE 1: Continued ...

Fungos	Coletas															FC	AE (%)*	FP	AE (%)*					
	Corymbia					Pinus																		
	1		2		3		4		5		1		2		3					4		5		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1					2	1	2	1	2
<i>Penicillium miczynskii</i>					x	x															1,8	R	1,8	R
<i>Penicillium oxalicum</i>							x	x						x	x						1,8	R	1,8	R
<i>Penicillium pinophilum</i>						x						x									1,8	R	1,8	R
<i>Penicillium purpureescens</i>					x	x	x	x									x				3,7	MR	1,8	R
<i>Penicillium purpurogenum</i>			x	x	x	x		x	x	x				x	x				x	x	7,4	MA	3,7	MR
<i>Penicillium restrictum</i>	x				x						x	x	x	x							3,7	MR	3,7	MR
<i>Penicillium rugulosum</i>														x							NI		1,8	R
<i>Penicillium simplicissimum</i>									x	x				x	x			x	x		1,8	R	3,7	MR
<i>Penicillium thomii</i>																			x	x	NI		1,8	R
<i>Penicillium variable</i>	x	x			x						x	x	x	x					x		3,7	MR	6,0	MA
<i>Penicillium vulpinum</i>					x																NI		1,8	R
<i>Scleroeleista ornata</i>														x	x						NI		1,8	R

Em que: 1 e 2 repetição da amostras; FC = Frequência de *Corymbia*; FP = Frequência de *Pinus*; AE = abundância de espécie; * = Parungo *et al.* (2002); A = abundante; MA = moderadamente abundante; MR = moderadamente raro; R = raro; F = frequência; NI = não isolado.

CONCLUSÕES

Para as coberturas de pinus e *Corymbia*, observou-se um ampla variação das Unidades Formadoras de Colônias (UFCs). Verificou-se para a área de *Pinus* um aumento progressivo das UFCs paralelo ao aumento da precipitação pluviométrica.

Os principais gêneros presentes tanto no cultivo com *Pinus* e *Corymbia* foram *Penicillium* e *Aspergillus*.

A espécie *Penicillium decumbens* foi identificada em todas as amostragens nas diferentes condições de temperatura e umidade, independente da cobertura vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABARCA, M. L. *et al.* Taxonomy and significance of black *aspergilli*. **Antonie van Leeuwenh.**, v. 86, p. 33-49, Nov. 2004.
- AL-MUSALLAM, A. **Revision of the black *Aspergillus* species**. 1980. 91 f. Tese (Doutorado em Microbiologia) – Utrecht University, Utrecht, 1980.
- AUER, C. G. *et al.* Fungos em acículas de serrapilheira de *Pinus taeda* L. em povoamentos com diferentes idades. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 3, p. 433-438, set./dez. 2006.
- BRIDGE, P.; SPOONER, B. Soil fungi: diversity and detection. **Plant and Soil**, v. 232, p. 147-154, Jan. 2001.
- CHRISTENSEN, M.; FRISVAD, J. C.; TUTHILL, D. E. *Penicillium* species diversity in soil and some taxonomic and ecological notes. In: SAMSON, R. A.; PITT, J. I.

- Integration of Modern Taxonomic Methods for *Penicillium* and *Aspergillus* Classification.** London: Harwood Academic Publishers, 2000. p. 309-321.
- DOMSCH, K. H.; GAMS, W.; ANDERSON, T. H. **Compendium of soil fungi.** London: Academic Press, 1993. 860 p.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 1997. 212 p.
- EMBRAPA. CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, 2006. 306p.
- GLIESSMANN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre: Ed. Universidade, 2000. 653 p.
- GOMES, N. C. M. *et al.* Bacterial diversity of the rhizosphere of maize (*Zea Mays*) grow in tropical soil studied by temperature gradient gel electrophoresis. **Plant and Soil**, v. 232, p. 167-180, Jan. 2001.
- HORN, B. W. Biodiversity of *Aspergillus* section *Flavi* in the United States: A review. **Food Additive Contaminant**, London, v. 24, n. 10, p. 1088-1101, Oct. 2007.
- KIRK, J. L. *et al.* Methods of studying soil microbial diversity. **Journal Microbiological Methods**, London, v. 58, p. 169-188, Aug. 2004.
- KLICH, M. A. **Identification of common *Aspergillus* species.** Utrecht: CBS, 2002. 116 p.
- KLICH, M. A.; PITT, J. I. **A laboratory guide to common *Aspergillus* species and their teleomorphs.** North Ryde: CSIRO, 1988. 116 p.
- KLICH, M. A. Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter. **Mycology**, Lawrence, v. 94, n. 1, p. 21-27, Jan. 2002.
- MARKOVINA, A. *et al.* Diversity of the Trichocomaceae in the Katandra Nature Reserve, Central Coast, NSW, Australia. **Mycological Research**, London, v. 109, p. 964-973, Sept. 2005.
- MOREIRA, M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros.** Lavras: Ed. UFLA, 2008. 768 p.
- PARUNGAO, M. M.; FRYAR, S. C.; HYDE, K. D. Diversity of fungi on rainforest litter in North Queensland, Australia. **Biodiversity and Conservation**, v. 11, p. 1185-1194, July 2002.
- PEÑA, M. L. P. *et al.* Respiração microbiana como indicadores da qualidade do solo em ecossistema florestal. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 1, p. 117-126, jan./abr. 2005.
- PITT, J. I. **A laboratory guide to common *Penicillium* species.** Australia: Food Science Australia a Joint Venture of CSIRO and AFISC, 2000. 197 p.
- RAPER, K. B.; FENNEL, D. I. **The genus *Aspergillus*.** Baltimore: Williams & Wilkins, 1965. 686 p.
- SAMSON, R. A. *et al.* **Introduction to food and airborne fungi.** 6th ed., Baarn: CBS, 2000. 389 p.
- SAMSON, R. A.; FRISVAD, J. C. *Penicillium* subgenus *Penicillium*: new taxonomic schemes, mycotoxins and other extrolites. **Studies in Mycology**, v. 49, p. 1-251, Jan. 2004.
- SAMSON, R. A.; VARGA, J. ***Aspergillus* systematic in the genomic era.** Utrecht: CBS Fungal Biodiversity Centre, 2007. 207 p. (Studies in Mycology 59)
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **O setor florestal Brasileiro: fatos em números.** Dez 2007. Disponível em: <<https://www.sbs.org.br>> Acesso em: 04 de julho de 2008.
- TAUK, S. M. Biodegradação de resíduos orgânicos no solo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 20, n.1-4, p. 299-301, jan./abr. 1990.
- TAUK-TORNISIELO, S. M. *et al.* Soilborne filamentous fungi in Brasil. **Journal Basic Microbiological**, Weinheim, v. 45, p. 72-82, Jan. 2005.
- VENEDIKIAN, N.; BONAVENTURA, S. M.; GODEAS, A. M. Estudio de las comunidades fungicas de la filosfera de *Pinus taeda* L. (*Pinaceae*) I. Variacion estacional. **Gayana Botanica**, Chile, v. 58, n. 2, p. 47-52, enero/marzo. 2001.
- VENEDIKIAN, N.; GODEAS, A. M. Estudio de la filosfera de *Pinus taeda* (*Pinaceae*). I. Poblaciones Fúngicas. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 31, n. 3-4, p. 193-200, junio/dic. 1996.
- VIEIRA, F. C. S.; NAHAS, E. Comparison of microbiol numbers in soils by using various culture media and temperatures. **Microbiological Research**, London, v. 160, p. 197-202, Apr. 2005.
- VIRZO de SANTO, A. *et al.* Fungal mycelium and decomposition of needle litter in three contrasting coniferous forests. **Acta Oecologica**, Paris, v. 23, p. 247-259, fev. 2002.