

# SEÇÃO III - BIOLOGIA DO SOLO

## VARIAÇÃO SAZONAL DA COLONIZAÇÃO DE RAÍZES DE CLONES DE HÍBRIDOS DE EUCALIPTO POR FUNGOS MICORRÍZICOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO<sup>(1)</sup>

P. H. GRAZZIOTTI<sup>(2)</sup>, N. F. BARROS<sup>(3)</sup>, A. C. BORGES<sup>(4)</sup>,  
J. C. L. NEVES<sup>(3)</sup> & S. FONSECA<sup>(5)</sup>

### RESUMO

A colonização de raízes de clones de três híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* por fungos micorrízicos foi estudada no campo em diferentes condições de solo. A colonização por fungos ectomicorrízicos e micorrízicos arbusculares foi avaliada em três locais do Espírito Santo, em quatro épocas de amostragem (julho e outubro de 1992 e janeiro e abril de 1993). A unidade experimental foi constituída por três árvores com cinco anos de idade. A colonização micorrízica mostrou-se dependente da área, da época de amostragem e dos clones. A ocorrência de ectomicorrizas foi maior no verão, quando se registraram as maiores temperaturas. A intensidade de colonização por fungos micorrízicos arbusculares foi semelhante entre as áreas e não apresentou variação consistente em função da época. O número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares por grama de solo variou de acordo com a área e época de amostragem.

**Termos de indexação:** *Eucalyptus*, ectomicorriza, micorriza arbuscular, temperatura, umidade, precipitação, fertilidade, época, fósforo.

---

<sup>(1)</sup> Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Trabalho financiado pela FINEP e pela Aracruz Celulose S.A., apresentado na V Reunião Brasileira sobre Micorrizas, em Florianópolis (SC), em outubro de 1994. Recebido para publicação em janeiro de 1995 e aprovado em julho de 1998.

<sup>(2)</sup> Estudante de Mestrado do curso de Microbiologia Agrícola do Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Viçosa - UFV. CEP 36571-000 Viçosa (MG). Bolsista do CNPq.

<sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Solos - UFV.

<sup>(4)</sup> Professor do Departamento de Microbiologia - UFV.

<sup>(5)</sup> Pesquisador do Centro de Pesquisa e Tecnologia da Aracruz Celulose S.A. Rua Prof. Lobo, CEP 29190-000 Aracruz (ES).

**SUMMARY:** SEASONAL VARIATION OF COLONIZATION OF EUCALYPT ROOT BY MYCORRHIZAL FUNGI IN THE STATE OF ESPÍRITO SANTO, BRAZIL

This study was carried out in the field to evaluate root colonization of three *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* hybrids by mycorrhizal fungi as affected by soil conditions. Roots of three clonal trees, each five year old, were evaluated in regard to colonization by ectomycorrhizal and by arbuscular mycorrhizal fungi, in three areas of the State of Espírito Santo, Brazil, at four different times (July and October, 1992; January and April, 1993). The percentage of mycorrhizal colonization was dependent on the area, time of sampling, and clone. Ectomycorrhiza occurrence was highest in summer – regardless of the area – when highest temperatures were recorded. The mean values of root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi, for the three areas, as a function of sampling time, did not show consistent variations. Correlations between values for soil chemical characteristics and colonization percentage were generally negative, when statistically significant. The spore numbers of arbuscular micorrhizal fungi per gram of soil changed with area and time of sampling, reaching the highest values in the rainy period.

*Index terms:* *Eucalyptus*, *ectomycorrhiza*, *arbuscular mycorrhiza*.

## INTRODUÇÃO

A colonização micorrízica é influenciada, dentre outros fatores, pela planta hospedeira (France & Reid, 1983; Koide & Schreiner, 1992). O desenvolvimento, a distribuição e a atividade simbiótica de fungos micorrízicos podem ser afetados por características do solo, tais como a fertilidade e a temperatura (Marx et al., 1970; Marx & Bryan, 1971). O controle da atividade dos fungos micorrízicos pode ocorrer pela regulação da transferência de carboidratos, pois tais fungos são dependentes do hospedeiro, fornecedor de carbono (Koide & Schreiner, 1992).

A colonização das raízes de *Eucalyptus* por fungos ectomicorrízicos (Guimarães, 1993) e por micorrízicos arbusculares (Bellei et al., 1992; Guimarães, 1993) pode variar com a região de cultivo. As diferenças de intensidade de colonização têm sido atribuídas ao potencial de inóculo, à fertilidade do solo e às condições climáticas (Bellei et al., 1992). A população do fungo e o desenvolvimento de ectomicorrizas em viveiro de *Pseudotsuga menziesii* em região temperada aumentaram, durante os meses de maio e julho, em razão do aumento da temperatura do solo (Sinclair, 1974).

Atualmente, parte significativa dos plantios comerciais de eucalipto tem sido feita com mudas produzidas por estacas de uma mesma planta, os denominados clones. Considerando a seleção de um genótipo específico, verifica-se que as exigências nutricionais de um clone são, muitas vezes, também específicas e diferentes dos demais (Grespan, 1997). Nesse contexto, fato semelhante pode estar ocorrendo com a associação micorrízica.

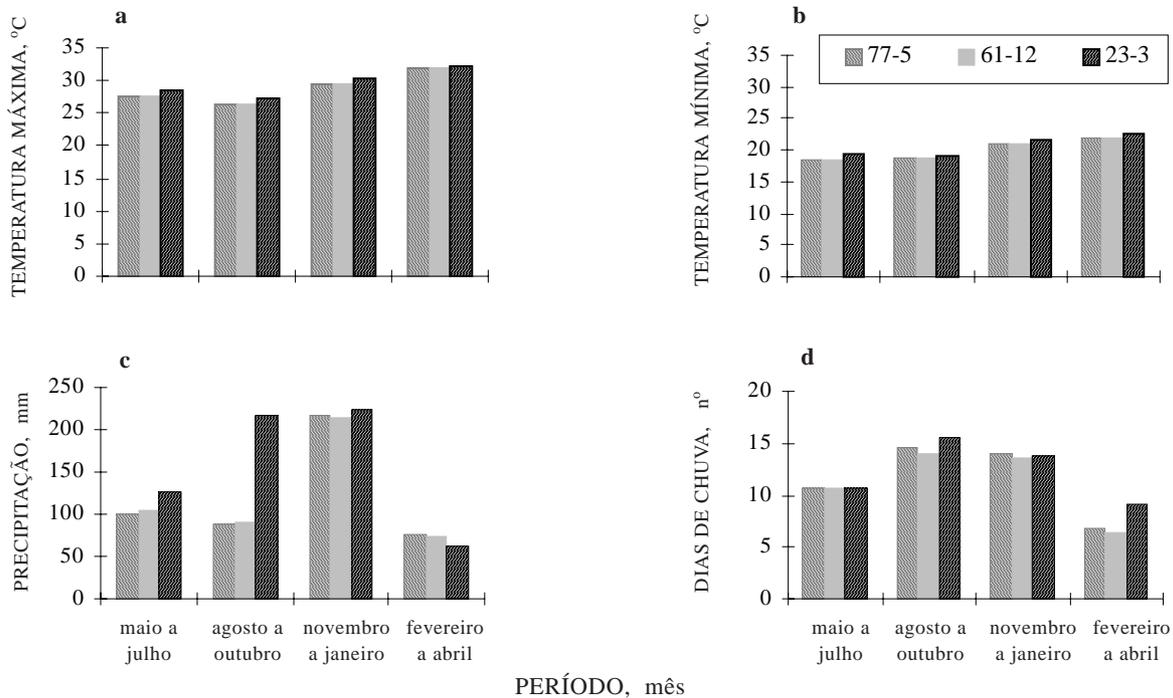
Este trabalho teve como objetivo estudar a variação sazonal da colonização radicular e esporulação de fungos micorrízicos em três clones de *Eucalyptus* no campo, em diferentes condições de solo e clima.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos testados foram dispostos num esquema fatorial (3 x 3 x 4), constituído por três áreas (77-5 e 61-12, localizadas em Aracruz, e 23-3, em São Mateus (ES)), três clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (clones 1, 2 e 3) e quatro épocas de amostragem, no delineamento de blocos casualizados, com três repetições. A unidade experimental foi constituída por três árvores (subamostras) com cinco anos de idade.

As áreas 77-5 e 61-12 apresentam um Podzólico Amarelo A moderado fase floresta tropical subperenifolia relevo plano textura média/argilosa com mosqueado a partir de 30 cm de profundidade. Já a área 23-3 apresenta solo Podzólico Amarelo A moderado fase floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia relevo plano textura arenosa/média/argilosa com mosqueado a partir de 100 cm. Para caracterizar as áreas, foram considerados também os dados de clima (Figura 1).

As amostragens consistiram da coleta de raízes e solo (300 cm<sup>3</sup>), em torno dos troncos das árvores, em uma circunferência com 60 cm de raio, a uma profundidade de até 15 cm, realizadas nas seguintes épocas: julho e outubro de 1992 e janeiro e abril de 1993.



**Figura 1. Médias das temperaturas máximas (a), das temperaturas mínimas (b), das precipitações (c) e dos números de dias de chuva (d) no período de maio de 1992 a abril de 1993 nas áreas 77-5 e 61-12, em Aracruz, e na área 23-3, em São Mateus. Os dados das áreas 77-5 e 61-12 são médias de duas estações climatológicas e os da área 23-3 são médias de três.**

A despigmentação e a coloração dos segmentos de raízes foram feitas segundo a técnica descrita por Koske & Gemma (1989). O tempo de permanência dos segmentos de raízes na solução de KOH a 5% foi de 48 h, em temperatura ambiente. A percentagem do comprimento dos segmentos de raízes colonizadas por fungos ectomicorrízicos e micorrízicos arbusculares foi determinada pela técnica de contagem em placa reticulada (Giovannetti & Mosse, 1980).

A extração dos esporos de fungos das amostras de solo foi realizada via peneiramento úmido (Gerdemann & Nicolson, 1963), efetuando-se a contagem em microscópio estereoscópico com aumento de 40x. As características químicas e físicas das amostras encontram-se no quadro 1.

Por não terem as percentagens do comprimento de raízes colonizadas por fungos ectomicorrízicos e micorrízicos arbusculares e o número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares por grama de solo (ESP) apresentado distribuição normal e, ou, terem sido inferiores a 30%, procedeu-se à transformação dos dados em Arco-Seno  $(x/100)^{0.5} \cdot 180/\pi$ , em que x correspondeu aos valores encontrados para cada uma das variáveis mencionadas (Pereira, 1992, e Santos, 1993). Os dados foram submetidos não só a análises de variância, comparações de médias pelo teste de Newman-Keuls, mas também a análises de

correlação entre as características de solo e de clima com a percentagem de colonização, pelo método de Pearson.

**Quadro 1. Características químicas e físicas da camada superficial (0-20 cm) das áreas estudadas**

Característica	Área		
	77-5	61-12	23-3
pH em CaCl <sub>2</sub> 0,01mol L <sup>-1</sup>	4,4	4,1	4,2
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(1)</sup>	18	16	14
K (mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	1,0	1,2	0,8
Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	16	13	6
Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	4	3	2
H + Al (mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) <sup>(2)</sup>	24	33	22
Areia grossa (g kg <sup>-1</sup> )	740	600	850
Areia fina (g kg <sup>-1</sup> )	170	170	90
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	10	30	10
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	80	200	50

<sup>(1)</sup> Extrator: Resina (Raij et al., 1986). <sup>(2)</sup> Extrator: CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup> - Solução-tampão SMP pH 7,5 (Quaggio et al., 1985). Os valores obtidos por análise química são médias das amostras realizadas nas quatro épocas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colonização das raízes por fungos micorrízicos (Quadro 2) pode ser considerada baixa, quando comparada à obtida em trabalhos com eucaliptos em casa de vegetação (Santos, 1993; Fernandes, 1995) e em áreas com plantios comerciais (Bellei et al., 1992), em que valores superiores a 50% são frequentes. Contudo, em termos médios, as percentagens encontradas assemelham-se às obtidas nos trabalhos de caracterização de micorrizas em plantios comerciais de eucaliptos (Guimarães, 1993; Coelho, et al., 1997).

A baixa intensidade de colonização micorrízica tem sido atribuída a altos teores de P no solo. Vieira & Peres (1988) e Soares et al. (1990) relataram que

a percentagem de ECM caiu acentuadamente, quando o teor de fósforo no solo, pelo Extrator Mehlich-1, era superior a 13 mg dm<sup>-3</sup>. Contudo, no presente trabalho, os valores de colonização relativamente baixos não devem ser atribuídos exclusivamente ao teor de P no solo, visto que não foi observada correlação entre o teor de P do solo [resina-P (RS)] e a percentagem de ectomicorrizas ( $r = -0,007$  a  $0,248$ ) e micorrizas arbusculares ( $r = -0,475$  a  $0,476$ ). Deve-se ressaltar que, na maioria dos solos, o extrator RS retira mais fósforo que o Mehlich 1 (Moreira, 1991). As percentagens de colonização micorrízica e ESP não se correlacionaram com as características químicas do solo ( $P \leq 0,05$ ), exceto para o ESP na área 77-5 com o potássio ( $r = -0,627$ ,  $P \leq 0,05$ ) e para ectomicorrizas na área 23-3 com magnésio ( $r = -0,540$ ,  $P \leq 0,05$ ).

**Quadro 2. Médias da percentagem do comprimento de raízes colonizadas por fungos ectomicorrízicos (ECM) e arbusculares (MA) em três clones de eucalipto, considerando as épocas de amostragem e as áreas de plantio**

Área	Clone	Época <sup>(1)</sup>				Média
		Jul./92	Out./92	Jan./93	Abr./93	
<b>Comprimento de raízes colonizadas por ECM, %</b>						
77-5	1	15,0ABb <sup>(2,3)</sup>	11,3Ab	30,3Aa	20,0Aab	19,2A
	2	7,0Bc	8,7Abc	27,0Aa	19,0Aab	15,4A
	3	22,3Aa	15,3Aa	19,0Aa	16,7Aa	18,3A
	Média	14,8b	11,8b	25,4a	18,6ab	17,6
61-12	1	17,7Aab	11,3Aab	10,3Bb	22,7Aa	15,5A
	2	11,3Ab	19,8Aab	24,7Aa	18,0Aab	18,5A
	3	18,3Aa	14,3Aa	13,0Aa	20,3Aa	16,6A
	Média	15,9a	15,2a	16,0a	20,3a	16,9
23-3	1	3,0Ab	1,3Ab	18,7Aa	12,7Aa	8,9A
	2	6,0Ab	3,0Ab	1,7Bb	24,1Aa	8,7A
	3	3,0Aa	2,7Aa	4,3Ba	7,7Ba	4,4A
	Média	4,0bc	2,3c	8,2b	14,8a	7,3
<b>Comprimento de raízes colonizadas por MA, %</b>						
77-5	1	7,7Aab	4,0Aab	1,7Ab	9,5Aa	5,7A
	2	17,7Aa	4,7Ab	1,0Ab	6,3Ab	7,4A
	3	11,7Aa	3,0Aab	1,3Ab	7,0Aab	5,8A
	Média	12,3a	3,9b	1,3c	7,6ab	6,3
61-12	1	9,5Ab	10,3Ab	22,7Aa	7,0Ab	12,4A
	2	4,7Aa	8,8Aa	7,7Ba	6,9Aa	7,0A
	3	12,0Aa	8,3Aa	4,0Ba	8,7Aa	7,5A
	Média	8,7a	9,2a	11,4a	6,5a	9,0
23-3	1	6,7Aab	2,0Bb	9,3Aa	7,7Aab	6,4A
	2	6,3Ab	9,3Aab	3,3Ab	20,3Aa	9,8A
	3	9,3Aa	16,3Aa	2,7Ab	14,4Aa	10,7A
	Média	7,4ab	9,2ab	5,1b	14,1a	9,0

<sup>(1)</sup>Meses em que ocorreram as amostragens de solo e raízes. <sup>(2)</sup>As médias de clones seguidas pela mesma letra maiúscula, nas colunas, dentro de cada combinação entre área e época, não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Newman-Keuls. <sup>(3)</sup>As médias de épocas seguidas pela mesma letra minúscula, nas linhas, dentro de cada combinação entre área e clone, não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Newman-Keuls.

A intensidade de colonização das raízes de clones de eucalipto por fungos micorrízicos parece ser governada por um conjunto de fatores interligados, envolvendo a planta hospedeira, o solo e o clima. A colonização por fungos ectomicorrízicos na área 23-3, localizada em São Mateus, foi inferior à das áreas 77-5 e 61-12, localizadas em Aracruz (Quadro 2). Na área 23-3, a precipitação ocorrida no período de junho a dezembro de 1992 foi relativamente alta, em média, 222 mm (Figura 1); época em que ocorreram as três primeiras amostragens. Embora apresente solo mais arenoso (Quadro 1), sua proximidade a uma lagoa e a presença de uma camada impermeável tornam essa área sujeita a encharcamento por elevação do lençol freático. O conseqüente decréscimo no conteúdo de O<sub>2</sub> pode diminuir a percentagem de colonização das raízes por fungos ectomicorrízicos (Lyr, 1963; citado por Meyer, 1973). Na quarta amostragem, a percentagem de colonização foi semelhante à das demais áreas, provavelmente em decorrência da menor precipitação nos meses que a antecederam.

Em geral, os valores encontrados para a percentagem de micorrizas arbusculares foram mais baixos que os para as ectomicorrizas (Quadro 2), fato também observado por Guimarães (1993). A colonização das raízes dos clones por fungos micorrízicos arbusculares foi influenciada pelas interações área-época e clone-época (Quadro 3).

A percentagem de colonização micorrízica dos clones em cada uma das áreas não apresentou variações consistentes (Quadro 2) quanto à época de amostragem. As variações climáticas registradas nas

quatro épocas não foram suficientemente contrastantes para justificar as variações observadas em cada época. Contudo, diferenças na capacidade de colonização já foram demonstradas com *Telephora terrestris* e *P. tinctorius* (Marx et al., 1970), em *Pinus*, sob diferentes condições climáticas.

As médias de percentagens de colonização radicular dos clones variaram significativamente nas áreas 77-5 e 23-3, em função da época de amostragem (Quadro 2). Na área 77-5, as médias das percentagens de colonização radicular ectomicorrízica dos três clones foram maiores na terceira e na quarta época, enquanto, para os fungos arbusculares, observou-se menor colonização na terceira época de amostragem.

A maior incidência de ectomicorriza verificada na terceira e quarta épocas de amostragem ocorreu no verão, com temperaturas mais altas (Figura 1). Para ectomicorrizas, observou-se variação na tolerância dos microssimbiontes a altas temperaturas. Em *Pinus*, *Telephora terrestris* não formou micorrizas sob temperatura de 34°C; no entanto, esta temperatura foi a mais favorável à colonização de *P. tinctorius* (Marx et al., 1970).

Na área 23-3, a maior percentagem de colonização ectomicorrízica ocorreu na quarta época, período de menor precipitação. A redução do teor de umidade do solo pode ter sido a razão para o aumento da colonização das raízes, a exemplo do que foi relatado para *P. tinctorius* em mudas de *Eucalyptus grandis* cultivadas em solo com 10 mg dm<sup>-3</sup> de P (Fernandes, 1995). Algumas espécies de fungos ectomicorrízicos apresentaram seu crescimento máximo em meios de cultura submetidos a potenciais matriciais de -0,5 a -1,5 MPa (Mexal & Reid, 1973).

A percentagem de colonização por micorrizas arbusculares variou dentro de cada combinação, área e clone, em função da época de amostragem (Quadro 2). Entretanto, a percentagem de ectomicorrizas no clone 3, ao contrário das percentagens dos clones 1 e 2, não variou significativamente em função da época de amostragem (Quadro 2). Para o clone 1 e clone 2, as maiores médias alternaram-se entre a terceira e a quarta época nas três áreas.

O número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares por grama de solo (ESP), como demonstrado pela análise de variância (Quadro 3), não variou em função dos clones, mas sim em função da época de amostragem nas áreas 61-12 e 23-3 (Quadro 4). Nesta última, o número de esporos foi maior na segunda época, início do período mais chuvoso (Figura 1), decrescendo progressivamente nas demais épocas (terceira, quarta e primeira). A influência da variação sazonal sobre o número de esporos foi também relatada por Bellei et al. (1992), em áreas de plantios de *E. viminalis* no estado de Santa Catarina. Os menores valores foram observados em novembro e janeiro, período em que ocorreram freqüentes chuvas fortes. Neste trabalho, observou-se maior esporulação na área 23-3 (Quadro 4).

**Quadro 3. Análise de variância da percentagem de comprimento de raízes colonizadas por fungos ectomicorrízicos (ECM) e arbusculares (MA), considerando número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares por grama de solo (ESP) em três clones de eucalipto, quatro épocas de amostragem e três áreas de plantio**

Fator de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio		
		ECM	MA	ESP
Bloco	2	157,1**	53,1	142,0*
Área (A)	2	1258,2**	118,6*	1629,4**
Clone (C)	2	8,0	1,7	78,2
Época (E)	3	358,9**	189,0**	357,9**
A x C	4	55,5	64,8	19,1
A x E	6	98,1**	149,8**	269,8**
C x E	6	72,8*	1109,2**	25,7
A x C x E	12	90,8**	50,1	45,0
Resíduo	70	29,8	30,5	37,6
C.V. (%)		26,8	36,5	18,4

\*, \*\* Significativos a 5 e 1%, pelo teste t.

O coeficiente de correlação, significativo e negativo, entre a percentagem de colonização ectomicorrízica no clone 2, área 23-3, e a precipitação (PREC) (Quadro 5) permite a inferência de que as menores colonizações observadas nas primeiras

amostragens (julho, outubro e janeiro) (Quadro 2) resultaram de maiores índices de precipitação ocorridos nos meses de junho a dezembro. Os valores positivos geralmente observados para os coeficientes de correlação entre as médias de percentagem de

**Quadro 4. Médias do número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares por grama de solo, em três áreas de plantio de eucalipto, considerando os clones e as épocas de amostragem**

Área	Clone	Época <sup>(1)</sup>				Média
		Jul./92	Out./92	Jan./93	Abr./93	
77-5	1	30,8Aa <sup>(2,3)</sup>	22,3Aa	20,7Aa	37,6Aa	27,9A
	2	25,6Aa	23,0Aa	19,9Aa	24,5Aa	23,2A
	3	28,5Aa	27,7Aa	17,6Aa	24,0Aa	24,5A
	Média	28,3a	24,3a	19,4a	28,7a	25,2
61-12	1	20,1Aa	29,5Aa	19,8Aa	28,8Aa	24,5A
	2	24,2Aa	30,6Aa	23,7Aa	17,9Aa	24,1A
	3	16,3Aa	30,2Aa	21,2Aa	25,4Aa	23,3A
	Média	20,2b	30,1a	21,6ab	24,0ab	24,0
23-3	1	40,6Abc	76,4Aa	52,3Ab	25,0Ac	48,6A
	2	35,7Aab	54,2Ba	45,7Bab	29,8Ab	41,3A
	3	33,5Ab	62,4ABa	30,7ABb	33,5Ab	40,0A
	Média	36,6bc	64,3a	42,9b	29,4c	43,3

<sup>(1)</sup>Meses em que ocorreram as amostragens de solo e raízes. <sup>(2)</sup>As médias de clones seguidas pela mesma letra maiúscula, nas colunas, dentro de cada combinação entre área e época, não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Newman-Keuls. <sup>(3)</sup>As médias de épocas seguidas pela mesma letra minúscula, nas linhas, dentro de cada combinação entre área e clone, não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Newman-Keuls.

**Quadro 5. Coeficientes de correlação linear simples entre as médias da percentagem de comprimento de raízes colonizadas por fungos ectomicorrízicos (ECM) e arbusculares (MA) e do número de esporos de fungos arbusculares por grama de solo (ESP) versus os dados de clima**

Área	Clone	Variável	MTMA <sup>(1)</sup>	MTMI <sup>(2)</sup>	PREC <sup>(3)</sup>	DDCH <sup>(4)</sup>
77-5	1	ECM	0,586	0,712	0,945*	0,042
		MA	0,423	-0,118	-0,211	-0,916*
		ESP	0,622	0,338	0,021	-0,984**
	2	ECM	0,673	0,850	0,981**	-0,017
		MA	-0,237	-0,566	-0,598	-0,351
		ESP	-0,036	-0,356	-0,617	-0,632
	3	ECM	-0,066	-0,292	-0,042	-0,076
		MA	0,031	-0,327	-0,441	-0,603
		ESP	-0,524	-0,727	-0,935	-0,163
61-12	1	ECM	0,629	0,346	-0,665	-0,980**
		MA	-0,013	0,216	0,990**	0,627
		ESP	0,049	0,117	-0,712	-0,279
	2	ECM	0,187	0,522	0,640	0,422
		MA	-0,148	0,184	0,147	0,454
		ESP	-0,953*	-0,785	0,065	0,862*
	3	ECM	0,475	0,156	-0,718	-0,921*
		MA	-0,602	-0,846	-0,505	0,013
		ESP	-0,116	0,105	-0,348	0,125
23-3	1	ECM	0,745	0,837	0,016	-0,195
		MA	0,723	0,707	-0,266	-0,533
		ESP	-0,820	-0,682	0,873	0,975**
	2	ECM	0,791	0,690	-0,902*	-0,817
		MA	0,618	0,546	-0,784	-0,612
		ESP	-0,732	-0,569	0,929*	0,998**
	3	ECM	0,966*	0,935*	-0,704	-0,712
		MA	-0,144	-0,198	-0,361	-0,059
		ESP	-0,680	-0,605	0,443	0,694

<sup>(1)</sup>MTMA = Média da temperatura máxima; <sup>(2)</sup>MTMI = Média da temperatura mínima; <sup>(3)</sup>PREC = Precipitação; <sup>(4)</sup>DDCH = Dias de chuva. \*, \*\* significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste t.

colonização ectomicorrízica e as médias de temperatura máxima (MTMA) e mínima (MTMI) (Quadro 5) substanciam a hipótese de ser a porcentagem de colonização ectomicorrízica maior no verão.

Os coeficientes correspondentes à correlação de porcentagens de colonização e ESP com clima variaram de acordo com o clone e com a área (Quadro 5).

O efeito do clone sobre a colonização ectomicorrízica foi dependente da interação área-clone-época, a colonização micorrízica arbuscular da interação clone-época e ausente sobre a esporulação de fungos micorrízicos arbusculares. Isto demonstra que a utilização de clones nos plantios comerciais de eucalipto pode afetar a colonização micorrízica, dependendo das condições edafoclimáticas.

### CONCLUSÕES

1. A colonização de raízes por fungos micorrízicos variou com a área, a época de amostragem e com os clones.

2. A ocorrência de ectomicorrizas foi maior no período de verão, quando se registraram as maiores temperaturas.

3. A intensidade de colonização por fungos micorrízicos arbusculares foi semelhante entre as áreas, não apresentando também variações consistentes em função das épocas de amostragem.

4. O número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares por grama de solo variou em função da área e da época de amostragem.

### LITERATURA CITADA

- BELLEI, M.M.; GARBAYE, J. & GIL, M. Mycorrhizal succession in young *Eucalyptus viminalis* plantations in Santa Catarina (southern Brazil). *For. Ecol. Manage.*, 54:205-213, 1992.
- COELHO, F.C.; BORGES, A.C.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. & MUCHOVEJ, R.M.C. Caracterização e incidência de fungos micorrízicos em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, nos municípios de Paraopeba, Bocaiúva e João Pinheiro, Minas Gerais. *R. Árvore*, 21:393-404, 1997.
- FERNANDES, M.F. Crescimento e absorção de fósforo em plantas de *Eucalyptus grandis* associadas a fungos micorrízicos em diferentes doses de fósforo e níveis de água no solo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1995. 64p. (Tese de Mestrado)
- FRANCE, R.C. & REID, C.P.P. Interactions of nitrogen and carbon in the physiology of ectomycorrhizae. *Can. J. Bot.*, 61:964-984, 1983.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 46:235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 84:489-500, 1980.
- GRESPLAN, S.L. Produção e eficiência nutricional de clones de eucalipto no norte do Espírito Santo e suas relações com características do solo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 81p. (Tese de Mestrado)
- GUIMARÃES, L.G. Caracterização de fungos micorrízicos em povoamentos de *Eucalyptus* spp. em Aracruz e São Mateus, Espírito Santo e Dionísio, Minas Gerais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1993. 46p. (Tese de Mestrado)
- KOIDE, R.E. & SCHREINER, R.P. Regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 43:557-581, 1992.
- KOSKE, R.E. & GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.*, 92:480-488, 1989.
- MARX, D.H.; BRYAN, W.C. & DAVEY, C.B. Influence of temperature on aseptic synthesis of ectomycorrhizae by *Thelephora terrestris* and *Pisolithus tinctorius* on loblolly pine. *For. Sci.*, 16:424-431, 1970.
- MARX, D.H. & BRYAN, W.C. Influence of ectomycorrhizae on survival and growth of aseptic seedlings of loblolly pine at high temperature. *For. Sci.*, 17:37-41, 1971.
- MEXAL, J. & REID, C.P.P. The growth of selected mycorrhizal fungi in response to induced water stress. *Can. J. Bot.*, 51:1579-1588, 1973.
- MEYER, F.H. Distribution of ectomycorrhizae in native and man-made forest. In: MARKS, G.C. & KOZLOWSKI, T.T., eds. *Ectomycorrhizae: Their ecology and physiology*. New York, Academic Press, 1973. p.79-105.
- MOREIRA, J.F.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. & LEAL, P.G.L. Efeito do tempo de contato do fósforo com o solo sobre sua disponibilidade para muads de eucalipto. *R. Bras. Ci. Solo*, 15:303-308, 1991.
- PEREIRA, P.R.G. Eficiência de utilização de frações de fósforo na soja e regulação da colonização micorrízica. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1992. 174p. (Tese de Doutorado)
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. & MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soils. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 16:245-260, 1985.
- RAIJ, B. van, QUAGGIO, J.A. & SILVA, N.M. Extraction of phosphorus, potassium, calcium, and magnesium from soils by an ion-exchange resin procedure. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 17:547-566, 1986.
- SANTOS, V.L. Sucessão de *Glomus etunicatum* e *Pisolithus tinctorius* e crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1993. 71p. (Tese de Mestrado)
- SINCLAIR, W.A. Development of ectomycorrhizae in a Douglas-fir nursery: I. Seasonal characteristics. *For. Sci.*, 20:51-56, 1974.
- SOARES, I.; BORGES, A.C.; BARROS, N.F. & BELLEI, M.M. Níveis de fósforo na formação de ectomicorrizas em mudas de eucalipto. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:327-332, 1990.
- VIEIRA, R.F. & PERES, J.R.R. Definição do teor de fósforo no solo para máxima eficiência da associação ectomicorrízica em *Eucalyptus grandis*. *R. Bras. Ci. Solo*, 12:237-241, 1988.