

COMPORTAMENTO E VARIAÇÃO DE PROCEDÊNCIAS DE *Corymbia citriodora* EM DIFERENTES TIPOS DE SOLOS

Eurípedes Morais¹, Antonio Carlos Scatena Zanatto², Mário Luiz Teixeira de Moraes³,
Miguel Luiz Menezes Freitas⁴, Alexandre Magno Sebbenn⁵

¹Eng. Agrônomo, Estação Experimental de Bento Quirino, Instituto Florestal, São Paulo, SP, Brasil - euripedesm@if.sp.gov.br

²Eng. Agrônomo, Estação Experimental de Luiz Antônio, Instituto Florestal, São Paulo, SP, Brasil - acszanato@if.sp.gov.br

³Eng. Agrônomo, Dr., Depto. Fitotecnia, UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil - teixeira@agr.feis.unesp.br

⁴Eng. Agrônomo, Dr., Divisão de Dasonomia, Instituto Florestal, São Paulo, SP, Brasil - miguelmfreitas@yahoo.com.br

⁵Eng. Florestal, Dr., Estação Experimental de Tupi, Instituto Florestal, São Paulo, SP, Brasil - alexandresebbenn@yahoo.com.br

Recebido para publicação: 31/03/2010 – Aceito para publicação: 02/09/2010

Resumo

O objetivo deste estudo foi a seleção de procedências de *Corymbia citriodora* para três diferentes tipos de solo (Latossolo Vermelho, Areia Quartzosa e Latossolo Roxo), que ocorrem na Estação Experimental de Luiz Antônio, São Paulo, Brasil. O teste de procedências foi implantado em 1983, utilizando-se dez procedências de *Corymbia citriodora* e uma testemunha de *Eucalyptus grandis* originada de uma área de produção de sementes. Os ensaios foram instalados no delineamento de blocos casualizados, com 11 tratamentos, três repetições e parcelas quadradas com 25 plantas. Em 2008 foram medidos os caracteres altura, diâmetro à altura do peito (DAP, 1,3 m), forma do fuste e sobrevivência. Foram detectadas diferenças significativas entre locais e procedências para os caracteres de crescimento, forma e sobrevivência em todos os solos estudados. Não foram detectadas interações significativas entre procedências e tipos de solo. Todas as procedências apresentaram maior crescimento em altura e DAP no Latossolo Roxo. A testemunha superou o crescimento em altura, DAP e forma de todas as procedências de *Corymbia citriodora*, nos três tipos de solo, mas apresentou geralmente uma menor taxa de sobrevivência do que as procedências de *Corymbia citriodora*. A procedência Pederneiras (11) de *Corymbia citriodora* foi a melhor para altura e DAP nos três tipos de solo, e a procedência Gilgandra (4), originada da Austrália, foi a pior. A procedência Pederneiras (11) é, portanto, a mais indicada para reflorestamentos nos três tipos de solo estudados.

Palavras-chave: *Corymbia*; teste de procedências; melhoramento florestal; solo.

Abstract

The behavior and provenance variation of Corymbia citriodora in different kinds of soil. The aim of this study was the selection of *Corymbia citriodora* provenances for three different kinds of soils occurring in Luiz Antônio Experimental Station, São Paulo, Brazil (Latossolo Vermelho, Areia Quartzosa and Latossolo Roxo). The provenance test was established in 1983, with ten *Corymbia citriodora* provenances and one *Eucalyptus grandis* as control, original from a seed production area. The trials were established in a random block design with 11 treatments, three repetition and square plots with 25 trees. In 2008, there were evaluations of height, diameter at breast height (DBH, 1.3 m), stem form and survival. Significant differences among soils and provenances were detected for the growth traits, stem form and survival in all those studied soils. Significant provenance and soil interactions were not detected. All provenances showed higher growth in height and DBH in Purple Latosol. The control had a higher growth rate in relation to highness, DBH and stem form than *Corymbia citriodora* provenances in all the studied soils, but it presented, generally, a lower survival rate than *Corymbia citriodora* provenances. Pederneiras (11) *Corymbia citriodora* provenance presented a higher performance in relation to highness and DBH in all kinds of soils, and Gilgandra (4) provenance, original from Australia, had the worst development. Therefore, Pederneiras (11) provenance is, therefore, the best choose for reforestations in all those studied soils.

Keywords: *Corymbia*; provenance test; tree breeding; soil.

INTRODUÇÃO

Das espécies pertencentes à família Myrtaceae, tradicionalmente plantadas no estado de São Paulo, Brasil, destacam-se *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus*

tereticornis, *Eucalyptus maculata*, *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Corymbia citriodora* (ex-*Eucalyptus citriodora*), devido às características da madeira para fins industriais, como papel e celulose, chapas e aglomerados e carvão. Em áreas reflorestadas pelo Instituto Florestal de São Paulo, *Corymbia citriodora* assume um papel de grande importância no contexto florestal, por ser uma espécie muito utilizada por pequenos e médios agricultores para serraria, postes, esteios, esticadores, mourões, óleos essenciais e lenha para energia. As indústrias ceramistas, olarias e também a de produtos alimentícios tem-se constituído em grandes consumidores de lenha para fins energéticos. Outro aspecto que deve ser considerado é que essa espécie apresenta bom desenvolvimento em solos de média e boa fertilidade. Como os reflorestamentos são implantados, geralmente, em solos de baixa fertilidade, devem-se selecionar genótipos adaptados a esses tipos de solo.

Em inúmeros experimentos tem sido observado que indivíduos geneticamente iguais apresentam respostas fenotípicas diferentes frente à variação ambiental. Isso pode significar que o melhor genótipo em um ambiente não será obrigatoriamente o melhor em outro (FALCONER; MACKAY, 1997). Pode-se então concluir que as diferenças fenotípicas existentes entre indivíduos geneticamente iguais não são devidas a causas hereditárias, mas a fatores ambientais. Por outro lado, genótipos inteiramente diferentes podem apresentar fenótipos semelhantes. Assim, os efeitos ambientais realmente podem dificultar o reconhecimento dos genótipos.

A produtividade florestal está intimamente ligada à qualidade do material genético empregado, tendo sua produtividade maximizada quando este se adapta bem às condições locais. No melhoramento florestal, o primeiro passo é identificar procedências com produtividade elevada, adaptadas e estáveis, isto é, que tenham bom comportamento em diferentes ambientes. Quanto maior a especificidade de determinado material a uma condição ambiental, maior será a produtividade que o ele poderá expressar (MORI *et al.*, 1986).

O genótipo de um indivíduo somente pode ser mensurado pelo seu fenótipo, ou indiretamente pelo fenótipo dos seus descendentes. A interação genótipo x ambiente (G x A) pode ser definida pela variação das respostas dos genótipos a diferentes ambientes. Classifica-se a interação genótipo X ambiente em três situações: a) ausência de interação; b) interação simples; e c) interação complexa. Quando o mesmo genótipo apresentar fenótipo variável de um ambiente para o outro, significará que houve interação. A importância do conhecimento da existência do comportamento interação genótipo x ambiente decorre do fato de que as mudanças na expressão gênica em função das mudanças ambientais têm sido reconhecidas pelos melhoristas como uma importante fonte de variação fenotípica. O efeito dessas interações nos programas de melhoramento é o de reduzir os ganhos genéticos (SHELBOURNE, 1972).

Os fatores-base para a interação genótipo x ambiente podem ser assim resumidos: a) diferenças climáticas consistentes em mudanças em foto e termoperíodo e expressas pela variação na sobrevivência, no ritmo de crescimento e na susceptibilidade a pragas e doenças, dentro dos conjuntos de ambiente inclusos numa série de ensaios; b) diferenças de solos entre ambientes, quando os genótipos são específicos para um sítio, de maneira que não podem tolerar deficiências nutricionais ou são menos rigorosas que no seu habitat original (MORGENSTERN, 1982). Entre estes, os edáficos parecem estar mais fortemente correlacionados com as interações genótipo x ambiente (SHELBOURNE, 1972).

A interação genótipo x ambiente afeta a estratégia dos programas de melhoramento florestal, podendo produzir perdas que podem consistir na morte das árvores e/ou na redução do crescimento, além de induzir sérios efeitos na qualidade da madeira (ZOBEL; TALBERT, 1984). Isso foi demonstrado por Mori *et al.* (1986) em estudo sobre interação genótipo x ambiente com progênies de *Eucalyptus saligna*, instalado em três localidades distintas (Bom Despacho-MG, Brotas-SP e General Câmara-RS), em que perdas no progresso genético esperado chegaram a 83,3%, quando o material foi selecionado para volume cilíndrico em Bom Despacho e utilizado para plantio em Brotas. Interação genótipo X ambiente também tem sido detectada em diversos outros estudos com espécies arbóreas (GURGEL GARRIDO *et al.*, 1999; COSTA *et al.*, 2000; ETTORI *et al.*, 2002; SEBBENN *et al.*, 2002; ROMANELLI; SEBBENN, 2004; HARFOUCHE *et al.*, 2007; MORIGUCHI *et al.*, 2007).

O objetivo deste trabalho foi a seleção de procedência de *Corymbia citriodora* para três diferentes tipos de solos da região de Luiz Antônio, São Paulo, Brasil. As seguintes questões foram abordadas: i) existe variação entre procedências de *Corymbia citriodora* para caracteres de crescimento, forma e sobrevivência? ii) diferentes procedências de *Corymbia citriodora* têm mesma performance para caracteres quantitativos nos três diferentes tipos de solos ou o crescimento é diferente? iii) qual a melhor procedência para cada um dos três tipos de solo?

As hipóteses a serem levantadas são: a) considerando a distribuição geográfica da espécie e que parte das procedências testadas já sofreu algum grau de domesticação, acredita-se que existam diferenças entre procedências para os caracteres de crescimento, forma e sobrevivência; b) considerando as grandes diferenças físico-químicas dos três tipos de solo onde o respectivo teste de procedência foi estabelecido, acredita-se que exista interação genótipo x ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição das populações

O teste de procedências de *Corymbia citriodora* foi implantado em 1983, na Estação Experimental de Luiz Antônio, do Instituto Florestal de São Paulo. Foram testadas dez procedências de *Corymbia citriodora*, conforme tabela 1. Adicionalmente, utilizou-se uma testemunha comercial de *Eucalyptus grandis* originada de uma área de produção de sementes (APS) da antiga companhia de papel e celulose Champion (atual International Paper do Brasil Ltda.).

Tabela 1. Número, nome e origem das procedências de *Corymbia citriodora* e da testemunha *Eucalyptus grandis*.

Table 1. Number, name and origin of the *Corymbia citriodora* provenances and the *Eucalyptus grandis* control.

Número	Nome da procedência	Local de origem
1	APS	Pederneiras - SP
2	Duaringa	Austrália
3	Irvine Bank	Austrália
4	Gilgandra	Austrália
5	Zimbabwe	África - árvores selecionadas
6	ACESITA - MG	Área comercial
7	Rio Claro - SP	Árvores selecionadas (10)
8	<i>Eucalyptus grandis</i>	APS - Champion
9	Luiz Antônio - SP	T-147 - 10 árvores
10	Rio Claro - SP	Área comercial - RC-14
11	Pederneiras - SP	Árvores selecionadas (56)

Caracterização dos locais de ensaios

Os ensaios foram instalados nos três locais na Estação Experimental de Luiz Antônio, com diferentes tipos de solos, segundo Oliveira *et al.* (1983). O local 1 com solo Latossolo Vermelho Escuro - LVE - 1 - Álico, A moderado, textura média; O local 2 com solo formado por Areia Quartzosa profunda - AQ - Álica, A moderado, textura arenosa ao longo do perfil; e o local 3 com solo Latossolo Roxo - LRE - Eutrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa. O clima da Estação Experimental de Luiz Antônio, segundo Nimer (1979), é classificado como tropical do Brasil Central, subquente e úmido, com três meses secos, tendo duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca (junho, julho e agosto). O clima é considerado quente devido à temperatura média do mês mais frio ser igual ou superior a 18 °C. É úmido, em virtude de possuir apenas 1 a 3 meses secos. A precipitação anual média é de 1.433 mm, e a temperatura média anual é de 21,7 °C, sendo que os meses mais quentes ocorrem em janeiro, fevereiro e março, e os mais frios em maio, junho e julho.

Os ensaios foram instalados nos três locais no delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas foram quadradas com 25 plantas, em espaçamento 3 x 2 m, sem adubação, com bordadura simples para todo o ensaio (uma linha de bordadura). Em 2008 procedeu-se à coleta dos dados para os caracteres de altura (m), DAP (1,30 m a partir do solo, cm), forma do fuste (usando um sistema de notas, com valores variando de um - pior nota - a cinco - melhor nota) e sobrevivência aos 25 anos de idade.

Análise estatística

As análises de variância foram realizadas com auxílio do programa SAS (SAS, 1999), utilizando os procedimentos GLM. As análises de variância foram conduzidas em nível de plantas individuais para

cada caráter, em cada local de avaliação, bem como para a análise conjunta dos locais, com exceção do caráter sobrevivência, que foi medido em termos de média de parcela. As análises de variância individuais por tipo de solo e conjunta para tipos de solo foram realizadas excluindo a testemunha das análises. Para as análises de variância para cada caráter em cada local, foi assumido o seguinte modelo misto:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i + t_j + e_{ij} + d_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} é o valor fenotípico do k -ésimo indivíduo da j -ésima procedência da i -ésima repetição; μ é o termo fixo da média total; b_i é o efeito fixo da i -ésima repetição (blocos); t_j é o efeito fixo da j -ésima procedência; e_{ij} é o efeito da interação aleatória entre a j -ésima procedência e i -ésima repetição (erro entre parcelas); d_{ijk} é o efeito aleatório da k -ésima árvore dentro da j -ésima procedência da i -ésima repetição (erro dentro de parcelas). Sendo $i = 1...b$ (b é o número de repetições); $j = 1...t$ (t é o número de procedências); $k = 1...m$ (m é o número de plantas dentro das procedências).

Para as análises de variância conjunta dos locais, foram adicionadas as fontes de variação referentes aos efeitos de locais (solos) e interação de locais e procedência. Assim, o modelo misto usado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + l_i + b_{j(i)} + t_k + lt_{ik} + e_{ij(k)} + d_{ijkl}$$

Em que: Y_{ijkl} é o valor fenotípico do l -ésimo indivíduo da k -ésima procedência da j -ésima repetição no i -ésimo local; μ é o termo fixo da média total; l_i é o efeito fixo do i -ésimo local; $b_{j(i)}$ é o efeito fixo da j -ésima repetição (blocos) dentro do i -ésimo local; t_k é o efeito fixo da k -ésima procedência; lt_{ik} é o efeito da interação aleatória entre a k -ésima procedência com o i -ésimo local; $e_{ij(k)}$ é o efeito da interação aleatória entre a k -ésima procedência na j -ésima repetição dentro do i -ésimo local (erro entre parcelas); d_{ijkl} é o efeito aleatório da l -ésima árvore dentro da k -ésima procedência da j -ésima repetição no i -ésimo local (erro dentro de parcelas). Sendo $l = 1...d$ (d é o número de locais avaliados).

Para verificar quais médias de procedências diferiam significativamente entre si, aplicou-se um teste de Tukey. Esse teste também foi realizado utilizando-se o programa SAS.

Correlação entre tipos de solo

Para avaliação da correlação entre locais, foram calculados os coeficientes de correlação de Spearman entre os três tipos de solos dos locais dos ensaios, dois a dois, em nível de médias de procedência para os caracteres altura, DAP, forma e sobrevivência. Essa análise permite a quantificação da interação procedências x tipos de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância individual por local

Diferenças significativas entre as médias das procedências foram observadas para quase todos os caracteres estudados em todos os locais (Tabela 2), com exceção do DAP no Latossolo Vermelho, em que as diferenças entre as médias de procedências foram apenas marginalmente significativas ($P = 0,0623$). Essas diferenças significativas entre procedências mostram a possibilidade da seleção de procedências mais produtivas para os diferentes tipos de solos.

Análise de variância conjunta para locais

Diferenças significativas foram observadas entre diferentes tipos de solo e entre procedências para todos os caracteres avaliados (Tabela 3), indicando que o material genético testado apresentou diferente performance entre os locais e que as médias das procedências diferem significativamente dentro dos locais. Contudo, os caracteres de crescimento, altura e DAP não apresentaram interação solo x procedências significativas, o que indica a possibilidade de seleção de mesmas procedências para os três tipos diferentes de solos testados. Por outro lado, os caracteres forma do fuste e sobrevivência apresentaram diferenças significativas a 7,32% e 5,31% para o efeito da interação tipo de solo x procedências ($P = 0,0732$ e $P = 0,0531$, respectivamente), o que mostra que a performance das procedências foi diferente entre os diversos tipos de solo.

A ausência de interação genótipo x ambiente também foi constatada a partir da estimativa da correção de Spearman entre as médias dos caracteres, aos pares, entre os três tipos de solo (Tabela 4). As correlações foram todas positivas e altas entre mesmos caracteres em diferentes tipos de solo, com

exceção da forma do fuste entre o Latossolo Vermelho e a Areia Quartzosa, que apresentou baixa e não significativa correlação. Isso sugere que as melhores e as piores procedências em um local também devem ser as melhores ou as piores em outro local, indicando ausência de interação procedências x tipos de solo.

Tabela 2. Probabilidades do teste *F* da análise de variância individual para locais, para quatro caracteres em procedências de *Corymbia citriodora*.

Table 2. Probabilities of the *F* test from variance analysis per local for four traits in *Corymbia citriodora* provenances.

Caractere	Local	Bloco	Procedências
Altura	Latossolo Vermelho	0,0001	0,0375
	Areia Quartzosa	0,5335	0,0003
	Latossolo Roxo	0,6145	0,0139
DAP	Latossolo Vermelho	0,0056	0,0623
	Areia Quartzosa	0,6366	0,0275
	Latossolo Roxo	0,4426	0,0001
Forma	Latossolo Vermelho	0,1876	0,0010
	Areia Quartzosa	0,9846	0,0032
	Latossolo Roxo	0,0406	0,0007
Sobrevivência	Latossolo Vermelho	0,1217	0,0023
	Areia Quartzosa	0,9651	0,0001
	Latossolo Roxo	0,3378	0,0022

Tabela 3. Probabilidades do teste *F* para análise de variância conjunta para diferentes tipos de solo, para quatro caracteres, em dez procedências de *Corymbia citriodora*.

Table 3. Probabilities of the *F* test from variance analysis over different kind of soils for four traits in *Corymbia citriodora* provenances.

FV	GL	Altura	DAP	Forma	Sobrevivência
Blocos (solos)	6	0,0021	0,0754	0,1358	0,1837
Solos	2	0,0001	0,0001	0,0217	0,0001
Procedências (P)	9	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Solos x Procedências	18	0,9495	0,8015	0,0732	0,0531

Tabela 4. Correlações fenotípicas para caracteres de crescimento, forma e sobrevivência entre diferentes tipos de solo, em *Corymbia citriodora*.

Table 4. Phenotypic correlations for growth traits, stem form and survival in different kinds of soils, in *Corymbia citriodora*.

Tipos de solo	Altura	DAP	Forma	Sobrevivência
LV versus AQ	0,87**	0,78**	0,24	0,80**
LV versus LR	0,75**	0,96**	0,76**	0,67*
AQ versus LR	0,87**	0,79**	0,59*	0,66*

LV = Latossolo Vermelho;

AQ = Areia Quartzosa;

LR = Latossolo Roxo;

DAP = diâmetro à altura do peito;

** P < 0,05;

* P < 0,01.

Crescimento das procedências *Corymbia citriodora* versus a testemunha de *Eucalyptus grandis*

A testemunha comercial de *Eucalyptus grandis*, originada de uma área de produção de sementes da antiga companhia de papel e celulose Champion, superou a média em altura, DAP e forma do fuste de todas as procedências de *Corymbia citriodora*, em todos os três tipos de solo estudados. O crescimento

médio da testemunha (Tabela 5) superou o desempenho das melhores procedências de *Corymbia citriodora* entre 3,6% (forma do fuste em Areia Quartzosa) e 32,9% (DAP no Latossolo Roxo). Contudo, de acordo com o teste de Tukey, no Latossolo Vermelho a média em altura da testemunha só foi significativamente diferente da média da pior procedência, a Gilgandra (4) (dados não apresentados). Já na Areia Quartzosa, a média em altura da testemunha só não foi significativamente diferente da melhor procedência de *Corymbia citriodora*, a Pederneiras (11), e no Latossolo Roxo foi significativamente diferente de todas as procedências de *Corymbia citriodora*. Para o caráter DAP, de acordo com o teste de Tukey, a média da testemunha foi significativamente diferente da média de todas as procedências de *Corymbia citriodora*, em todos os tipos de solo.

Tabela 5. Média individual e entre as procedências de *Corymbia citriodora*, resultados do teste de Tukey, incremento médio anual das procedências (IMA), média (Média 8) e IMA da testemunha de *Eucalyptus grandis* para altura e DAP em três diferentes tipos de solo.

Table 5. Average of *Corymbia citriodora* provenances, results of Tukey test, annual growth rate (IMA) and average (average 8) and IMA of the *Eucalyptus grandis* control for height and DBH in three different kinds of soils.

		Altura (m)						DAP (cm)									
		Latossolo Vermelho		Areia Quartzosa		Latossolo Roxo		Latossolo Vermelho		Areia Quartzosa		Latossolo Roxo					
11	21,1	A	11	21,7	A	11	27,3	A	11	21,5	A	11	20,3	A	11	23,5	A
9	19,9	AB	10	19,9	AB	10	26,7	AB	9	19,0	AB	5	17,3	AB	10	21,9	AB
5	19,8	AB	6	19,9	AB	6	26,0	AB	5	18,7	AB	6	17,2	AB	1	21,4	ABC
2	19,5	AB	1	19,7	AB	1	26,0	AB	2	18,5	AB	7	17,2	AB	3	21,0	ABC
10	19,3	AB	5	19,5	AB	3	25,3	AB	1	18,4	AB	10	17,1	AB	6	20,9	ABC
6	19,3	AB	2	19,4	AB	2	25,0	AB	3	18,0	AB	1	17,1	AB	2	19,1	ABC
3	19,2	AB	7	19,2	AB	5	24,6	AB	10	17,9	AB	3	16,8	AB	5	19,1	ABC
1	19,2	AB	9	19,1	AB	9	24,5	AB	6	17,2	AB	2	16,2	AB	9	18,4	ABC
7	18,6	AB	3	18,7	B	7	23,9	AB	7	16,3	AB	9	15,9	AB	7	17,3	BC
4	17,2	B	4	17,4	B	4	22,7	B	4	14,8	B	4	14,1	B	4	16,2	C
Média	19,3			19,4			25,2			18,0			16,9			19,9	
IMA	0,77			0,78			1,01			0,72			0,68			0,80	
Média 8	24,2			23,7			37,5			27,4			27,7			35,0	
IMA	0,97			0,95			1,50			1,10			1,11			1,40	

Para forma do fuste (Tabela 6), o teste de Tukey indicou, no Latossolo Vermelho, que a média da testemunha foi significativamente diferente da média das duas piores procedências de *Corymbia citriodora*, a Gilgandra (4) e Irvine Bank (3). Na Areia Quartzosa, a testemunha foi a segunda melhor em termos de forma, mas as médias (testemunha e procedências de *Corymbia citriodora*) não foram estatisticamente diferente entre si nesse local. No Latossolo Roxo, a testemunha foi a melhor em termos de forma e sua média diferiu significativamente da média de todas as procedências de *Corymbia citriodora*. Portanto, se a escolha do material genético para reflorestamentos nesses três tipos de solo decorresse da espécie, a escolha mais indicada seria obviamente o *Eucalyptus grandis*, pela sua geral superioridade em termos de crescimento e forma. Essa superioridade se deve provavelmente a dois fatores: a procedência de origem (Coffs Harbour, Austrália) e o grau de melhoramento da população de origem (APS). Áreas de produção de sementes apresentam certo grau de melhoramento, visto que as árvores superiores são selecionadas tanto do lado masculino como do feminino. O cruzamento entre essas árvores fenotipicamente superiores para os caracteres avaliados como critério de seleção gera um ganho genético nas sementes.

Por outro lado, a testemunha apresentou geralmente uma menor taxa de sobrevivência do que as procedências de *Corymbia citriodora*. A procedência de *Corymbia citriodora* com menor taxa de sobrevivência nos Latossolo Vermelho e Latossolo Roxo (procedência 7, Rio Claro-SP) apresentou sobrevivência 27% e 32,3% superior à testemunha. Na Areia Quartzosa, a testemunha superou as duas piores procedências no quesito sobrevivência em 2,2% (procedência 5, Zimbabwe) e 4,4% (procedência 7, Rio Claro-SP). Em relação ao desempenho médio das procedências de *Corymbia citriodora*, elas apresentaram em Latossolo Vermelho, Areia Quartzosa e Latossolo Roxo sobrevivência 49,3, 25 e

43,2%, respectivamente, maior do que a testemunha. Portanto, aos 25 anos de idade, nesses três tipos de solo, *Corymbia citriodora* apresenta melhor taxa de sobrevivência e, logo, maior adaptação do que a testemunha de *Eucalyptus grandis*.

Tabela 6. Média individual e entre as procedências de *Corymbia citriodora*, resultados do teste de Tukey, incremento médio anual das procedências (IMA), média (Média 8) e IMA da testemunha de *Eucalyptus grandis* para forma do fuste e sobrevivência em três diferentes tipos de solo.

Table 6. Average of *Corymbia citriodora* provenances, results of Tukey test, annual growth rate (IMA) and average (average 8) and IMA of the *Eucalyptus grandis* control for stem form and survival in three different kinds of soils.

Forma do fuste									Sobrevivência (%)								
Latossolo Vermelho			Areia Quartzosa			Latossolo Roxo			Latossolo Vermelho			Areia Quartzosa			Latossolo Roxo		
11	2,5	A	6	2,8	A	11	2,8	A	1	0,83	A	3	0,75	A	11	0,94	A
9	2,5	A	7	2,7	A	2	2,7	AB	10	0,81	AB	1	0,71	AB	1	0,88	AB
5	2,4	A	11	2,7	A	6	2,6	ABC	9	0,79	AB	11	0,70	AB	6	0,86	ABC
2	2,3	AB	2	2,4	A	10	2,5	ABC	6	0,76	ABC	9	0,67	AB	3	0,85	ABC
10	2,3	AB	10	2,3	A	1	2,4	ABC	11	0,75	ABC	10	0,67	AB	9	0,85	ABC
7	2,3	AB	3	2,2	A	5	2,4	ABC	3	0,73	ABC	6	0,57	ABC	5	0,80	ABC
1	2,3	AB	5	2,0	A	7	2,4	ABC	5	0,63	ABC	4	0,53	BC	4	0,76	BC
6	2,2	AB	1	2,0	A	9	2,3	ABC	2	0,58	ABC	2	0,53	BC	10	0,74	BC
3	1,8	AB	9	2,0	A	4	2,0	BC	4	0,51	BC	5	0,44	C	2	0,74	BC
4	1,6	B	4	2,0	A	3	1,9	C	7	0,48	C	7	0,43	C	7	0,70	C
Média	2,2		2,3			2,4			0,69			0,60			0,81		
Média 8	3,0		2,8			3,9			0,35			0,45			0,46		

Esses resultados de menor sobrevivência da testemunha em relação às procedências de *Corymbia citriodora* também evidenciam que a redução na competição pela mortalidade possa ter influenciado o maior crescimento da testemunha. Como nas parcelas da testemunha houve maior mortalidade, aumentou o espaçamento entre as árvores e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes e luminosidade, o que provavelmente favoreceu o crescimento em altura e DAP.

Crescimento das procedências de *Corymbia citriodora*

Com relação às procedências de *Corymbia citriodora*, a procedência Pederneiras (11) teve a maior média em todos os tipos de solo para crescimento em altura e DAP (Tabela 5), e a procedência Gilgandra (4) teve a pior média para esses caracteres nos três tipos de solo estudados. De acordo com o teste de Tukey, a média em altura da procedência Pederneiras (11) só foi significativamente diferente da média da pior procedência em Latossolo Vermelho e Latossolo Roxo (Gilgandra, 4) e da média das duas piores procedências na Areia Quartzosa, Irvine Bank (3) e Gilgandra (4). A média em altura da procedência Pederneiras (11) superou a média da pior procedência (Gilgandra, 4) em 18% no Latossolo Vermelho, 19,8% na Areia Quartzosa e em 17% no Latossolo Roxo. Para DAP (Tabela 5), a média da procedência Pederneiras (11) só foi significativamente diferente da média da pior procedência no Latossolo Vermelho e na Areia Quartzosa (Gilgandra, 4) e das duas piores procedências no Latossolo Roxo, Rio Claro (7) e Gilgandra (4). A média em DAP da segunda melhor procedência no Latossolo Roxo (Rio Claro, 10) também foi significativamente diferente da procedência Gilgandra (4). A média em DAP da procedência Pederneiras (11) superou a média da pior procedência Gilgandra (4) em 31% em Latossolo Vermelho e Latossolo Roxo e em 30% na Areia Quartzosa. Esses resultados mostram claramente a importância na seleção de procedências. A procedência Gilgandra (4) é definitivamente a pior e a menos indicada para os três tipos de solo estudados. Embora a procedência 11 tenha apresentado a melhor média, ela geralmente não diferiu das demais, com exceção da Gilgandra (4). Logo, com exceção da Gilgandra, todas podem ser cultivadas nos respectivos solos.

Para forma do fuste, a procedência Pederneiras (11) foi também a melhor no Latossolo Vermelho e no Latossolo Roxo. Já na Areia Quartzosa, a procedência Acesita (6) foi a melhor, ficando a procedência Pederneiras (11) em terceiro lugar na classificação. A pior procedência também foi a Gilgandra (4) em Latossolo Vermelho e Areia Quartzosa, e a Irvine Bank (3) em Latossolo Roxo. Nesse último tipo de solo, a segunda pior procedência foi a Gilgandra (4). De acordo com o teste de Tukey, a média da procedência Pederneiras (11) para forma do fuste só foi significativamente diferente da média da pior procedência no Latossolo Vermelho (Gilgandra, 4) e da média das duas piores procedências no Latossolo Roxo, Gilgandra (4) e Irvine Bank (3). Na Areia Quartzosa, não foram detectadas diferenças significativas entre procedências pelo teste de Tukey. De modo geral, tais resultados reforçam que só a procedência Gilgandra (4) não deve ser recomendada para os três tipos de solo.

Sobrevivência das procedências

Para sobrevivência, a procedência APS (1), Irvine Bank (3) e Pederneiras (11) foram as melhores no Latossolo Vermelho, na Areia Quartzosa e no Latossolo Roxo. A pior procedência para sobrevivência nos três tipos de solo foi a Rio Claro (7). De acordo com o teste de Tukey, no Latossolo Vermelho a média em sobrevivência da procedência APS (1) foi significativamente diferente da média das duas piores procedências, a Gilgandra (4) e Rio Claro (7). Nesse tipo de solo, a segunda melhor procedência (Rio Claro 10) também diferiu significativamente da pior procedência, a Rio Claro 7. Na Areia Quartzosa, a média em sobrevivência da melhor procedência (Irvine Bank, 3) foi significativamente diferente da média das quatro piores procedências: Gilgandra (4), Duaringa (2), Zimbabwe (5) e Rio Claro (7). Nesse tipo de solo, a média da segunda melhor procedência (APS, 1) também foi significativamente diferente das duas piores procedências, a Zimbabwe (5) e Rio Claro (7). No Latossolo Roxo, a média em sobrevivência da melhor procedência (Pederneiras, 11) foi significativamente diferente da média das duas piores procedências, Duaringa (2) e Rio Claro (7). Nesse solo, a média da segunda melhor procedência (APS, 1) também foi significativamente diferente da pior procedência, a Rio Claro (7). No Latossolo Vermelho, a média de sobrevivência da melhor procedência (APS, 1) superou a pior (Rio Claro, 7) em 42%, e a melhor procedência para crescimento em altura, DAP e forma nesse tipo de solo (Pederneiras, 11) em 9,6%. Na Areia Quartzosa, a média de sobrevivência da melhor procedência (Irvine Bank, 3) superou a pior (Rio Claro, 7) em 43%, e a melhor procedência para crescimento em altura e DAP nesse tipo de solo (Pederneiras, 11) em 6,7%. No Latossolo Vermelho, a média de sobrevivência da melhor procedência (Pederneiras, 11) superou a pior (Rio Claro, 7) em 25%. Em suma, embora a procedência de melhor performance em crescimento em altura e DAP e forma do fuste (Pederneiras, 11) não tenha sido a melhor em sobrevivência em todos os três tipos de solos, ela não foi superada em mais de 10% pela melhor procedência nesses locais. Portanto, a procedência Pederneiras (11) pode ser indicada como a mais promissora para reflorestamentos nos três tipos de solo na região de Luiz Antônio, SP, tanto por seu crescimento como por forma do fuste e alta taxa de sobrevivência.

Comparação do crescimento das procedências nos três tipos de solo

As médias gerais dos experimentos revelaram bom crescimento em altura para as procedências (Tabela 5). O tipo de solo em que se obtiveram as maiores médias para altura foi o Latossolo Roxo, vindo a seguir a Areia Quartzosa e por último o Latossolo Vermelho Escuro, com valores de 25,2, 19,4 e 19,3 m, respectivamente. Isso decorre, provavelmente, da qualidade de sítio de cada tipo de solo. O crescimento em altura no Latossolo Roxo superou o crescimento na Areia Quartzosa e no Latossolo Vermelho em aproximadamente 23%. Para o DAP, o tipo de solo em que se obtiveram as maiores médias para altura foi o Latossolo Roxo, seguido do Latossolo Vermelho e da Areia Quartzosa, com valores de 19,9, 18,0 e 16,9 cm, respectivamente. O crescimento em DAP no Latossolo Roxo superou o crescimento no Latossolo Vermelho e na Areia Quartzosa em 9,5 e 15%, respectivamente. A forma do fuste (Tabela 6) apresentou um padrão muito similar ao encontrado para a altura, sendo melhor no Latossolo Roxo, seguido da Areia Quartzosa e do Latossolo Vermelho, embora os valores tenham sido muito similares (variando de 2,2 a 2,4). Já a sobrevivência foi similar ao padrão observado para o DAP, sendo maior no Latossolo Roxo, seguido do Latossolo Vermelho e, por fim, da Areia Quartzosa (Tabela 6). A sobrevivência no Latossolo Roxo foi 15% superior à observada no Latossolo Vermelho e 26% superior à observada na Areia Quartzosa. Portanto, o Latossolo Roxo é sem dúvida o melhor tipo de solo entre os três testados para o crescimento, forma e sobrevivência das procedências de *Corymbia citriodora*.

CONCLUSÕES

- Existem diferenças entre médias de procedências para os caracteres de crescimento, forma e sobrevivência nos três tipos de solo.
- Existem diferenças entre os três tipos de solo e entre procedências nos diferentes tipos de solo, embora não existam interações entre procedências e tipos de solo para os caracteres altura e DAP.
- A testemunha comercial de *Eucalyptus grandis* cresce mais em altura e DAP e tem melhor forma do fuste do que todas as procedências de *Corymbia citriodora*, em todos os três tipos de solo estudados, mas apresenta geralmente uma menor taxa de sobrevivência do que as procedências de *Corymbia citriodora*.
- Com base na média em altura e DAP, a única procedência que não é recomendada para os três tipos de solo é a Gilgandra (4).
- Os crescimentos em altura e DAP das procedências são maiores no Latossolo Roxo.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos aos técnicos Dionísio Barbosa, Paulo Teodoro Ferreira e Jair Rodrigues, pelo apoio nas análises de dados no campo.

REFERÊNCIAS

- COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; ARAÚJO, A. J.; GONSALVES, P. S.; MARTINS, A. L. M. Genotype-environment interaction and the number of test sites for the genetic improvement of rubber trees (*Hevea*) in São Paulo State, Brazil. **Genetics and Molecular Biology**. Ribeirão Preto, v. 23, p. 179 - 187, 2000.
- ETTORI, L. C.; SEBBENN, A. M.; SATO, A.; MORAES, E. Teste de procedências de *Pinus oocarpa* Schiede em três locais do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 39 - 51, 2002.
- FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. Harlow: Edit. Longman Group Ltd. 1997. 464 p.
- GURGEL GARRIDO, L. M. A.; CRUZ, S. F.; RIBAS, C. Interação genótipos por locais em *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 11, p. 1-12, 1999.
- HARFOUCHE, A.; BAOUNE, N.; MERAZGA, H. Main and interaction effects of factors on softwood cutting of white poplar (*Populus alba* L.). **Silvae Genetica**, Berlim, v. 56, p. 287-294, 2007.
- MORGENSTERN, E. K. Interactions between genotype, site and silvicultural treatment. **Information report PI-X**, Chalk River, v. 14, p. 1 - 18, 1982.
- MORI, E. S.; LELLO, L. R. B.; KAGEYAMA, P. Y. Efeitos da interação genótipos X Ambientes em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, Piracicaba, v. 33, p. 19 - 26, 1986.
- MORIGUCHI, Y.; TSUCHIYA, S.; IWATA, H.; ITOO, S.; TANI, N.; TAIRA, H.; TSUMURA, Y. Factors influencing male reproductive success in a *Cryptomeria japonica* seed orchard revealed by microsatellite marker analysis. **Silvae Genetica**, Berlim, v. 56, p. 207 - 214, 2007.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1979.
- OLIVEIRA, V.; COSTA, A. M. R.; AZEVEDO, W. P.; CAMARGO, M. N.; LARACH, J. O. I. **Pedologia**: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. MME. SG. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. p. 385 - 552. (Levantamento de recursos naturais, v. 32).
- ROMANELLI, R. C.; SEBBENN, A. M. Parâmetros genéticos e ganhos na seleção para produção de resina em *Pinus elliottii* var. *elliottii*, no sul do estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 16, n. 1, p. 11 - 23, 2004.

S.A.S. Institute Inc. **SAS Procedures Guide**. Version 8 (TSMO). SAS Institute Inc. Cary, N.C., 27513, USA, 1999.

SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y.; ZANATTO, A. C. S. Estimativas de ganhos genéticos na seleção em populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze., incorporando informações do sistema misto de reprodução. **Revista do Instituto Florestal**, v. 14, n. 1, p. 65 - 77, 2002.

SHELBOURNE, C. J. A. Genotype-environment interactions: its study and its implications in forest tree improvement. **Proc. IUFRO Genetics - SABRAO Joint Symposia**, Tokyo, v. 1, n. 1, p. 1 - 28, 1972.

ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. Copyright by John Wiley & Sons Inc. New York. 496 p. 1984.