

Produtividade, estabilidade e adaptabilidade em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla* S.T. BlakeProductivity, stability and adaptability in open pollination progenies of *Eucalyptus urophylla* S.T. BlakeSilvelise Pupin¹, Arielen Virgínea de Araújo dos Santos², Darlin Ulises Gonzalez Zaruma³, Aline Cristina Miranda³, Paulo Henrique Muller da Silva⁴, Celso Luis Marino⁵, Alexandre Magno Sebbenn⁶ e Mario Luiz Teixeira de Moraes⁷**Resumo**

A predição de ganhos genéticos dentro dos programas de melhoramento nem sempre são compatíveis com os observados na prática. Um dos motivos é a falta de conhecimento da interação dos genótipos versus ambientes (GxA). Este trabalho teve como objetivo conhecer a variação genética, avaliar a interação GxA, investigar a correlação genética entre pares de ambientes e estudar a produtividade, estabilidade e adaptabilidade do caráter diâmetro a altura do peito (DAP), mensurado aos 2 anos de idade, em cinco testes de progênies de *Eucalyptus urophylla*, implantados em delineamento de blocos completos casualizados, com número de progênies variando de 138 a 167, quatro a oito blocos e cinco a seis plantas por parcela. As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos foram obtidas utilizando o método REML/BLUP e para análise de produtividade, estabilidade e adaptabilidade, utilizou-se o método MHPRVG. Os maiores crescimento para o DAP foram observados em Anhembi (10,52 cm) e Uberaba (10,20 cm). Foram obtidas estimativas consideradas de alta magnitude para o coeficiente de variação genética aditiva individual (>13,3%) e herdabilidade da média entre progênies (>0,40), indicando a possibilidade de se obter ganhos genéticos com a seleção entre progênies. O coeficiente de determinação da GxA foi 1,7%, o que conduziu a um alto valor de correlação genotípica entre o desempenho das progênies e os ambientes (78,1%), indicando que a interação GxA é do tipo simples. As seis primeiras progênies apresentaram coincidência de 100% no ordenamento para estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e produtividade (MHPRVG), sendo 13% superior em relação à média geral dos experimentos (9,2 cm). Ordenando as progênies, a seleção das 20 melhores produz uma superioridade de crescimento variando de 10,4 e 70%. Anhembi é o local ideal para a condução de uma população de melhoramento para atender os demais locais.

Palavras-chave: melhoramento genético, interação genótipo x ambiente, REML/BLUP.

Abstract

Prediction of genetic gains within breeding programs is not always compatible with those observed in practice. One reason for this inconsistency is the lack of knowledge of genotype-environment interaction (GxE). The aim of this study was to estimate genetic variation, evaluate the GxE, investigate the genetic correlation between pairs of environments and for the set, and to study the productivity, stability and adaptability at 2 years of age for diameter at breast height (DBH) in five progenies trials of *Eucalyptus urophylla*, used in a randomized complete block design, with the number of progenies ranging from 138 to 167, four to eight

¹Pós-graduanda em Agronomia da Faculdade de Engenharia. UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Av. Brasil - 56 – Centro - 15.385-000 - Ilha Solteira, SP. E-mail: silvelise.pupin@gmail.com.

²Graduada em Agronomia da Faculdade de Engenharia. UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Av. Brasil - 56 – Centro - 15.385-000 - Ilha Solteira, SP. E-mail: vir-gi-nea@hotmail.com.

³Pós-graduando(a) em Ciências Florestais da Faculdade de Ciências Agrônômicas. UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Av. José Barbosa de Barros, 1780 – 18.610-307 – Botucatu, SP. Email: dg_zoo@hotmail.com.

⁴Pesquisador do IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Caixa Postal: 530 - 13.400-970 – Piracicaba, SP. Email: paulohenrique@ipef.br

⁵Professor titular do Departamento de Genética. UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Distrito de Rubião S/N – 18.618-970 – Botucatu, SP. E-mail: clmarino@ibb.unesp.br.

⁶Pesquisador Doutor do IF - Instituto Florestal de São Paulo. Caixa Postal 1322 - 01059-970 – São Paulo, SP. E-mail: alexandresebbenn@yahoo.com.br

⁷Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia. UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Av. Brasil - 56 – Centro - 15.385-000 - Ilha Solteira, SP. E-mail: teixeira@agr.feis.unesp.br

blocks and five to six plants per plot. Estimates of variance components and genetic parameters were obtained using the REML/BLUP method. For analysis of productivity, stability and adaptability, the HMRPGV method was used. The highest DBH growth was observed in Anhembi (10.52 cm) and Uberaba (10.20 cm). Estimates considered high were obtained for the coefficient of individual additive genetic variation (>13.3%) and average heritability among progenies (>0.40), indicating the possibility of obtaining genetic gains by selection among progenies. The coefficient of determination of the GxE was 1.7%, a fact that led to a high value of genotypic correlation between the performance of the progenies and environments (78.1%), indicating that the interaction is simple. The first six progenies showed a coincidence of 100% in the order of stability (HMGV), adaptability (RPGV) and productivity (HMRPGV), being 13% higher than the overall mean of five experiments (9.21 cm). When ordering the progenies, the selection of the 20 best in growth led to an increase in gain ranging of from 10.4 to 70%. Anhembi is the ideal place to have a breeding population which will be good in the other places as well.

Keywords: tree breeding, genotype x environment interaction, REML/BLUP.

INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro é reconhecido e valorizado por sua importância econômica, ambiental e social (ASSIS; RESENDE, 2011). A eucaliptocultura é considerada estratégica para o setor industrial brasileiro, devido ser a principal fonte de matéria-prima para os segmentos de papel, celulose e siderurgia. Dentre as diversas espécies de *Eucalyptus* que são cultivadas no Brasil, destaca-se o *E. urophylla* (LOBÃO et al., 2004), introduzida inicialmente para contornar o problema de cancro do eucalipto, que afetava os plantios de *E. grandis* e *E. saligna*. A espécie apresentou vantagens como: potencial produtivo, boa capacidade de rebrota, facilidade de enraizamento, adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, resistência ao déficit hídrico e ao fungo causador da ferrugem (*Puccinia psidii*), e principalmente a tolerância ao cancro do eucalipto (FERREIRA, 1992; MOURA, 2004; ROCHA et al., 2006). Em função desses fatores, *E. urophylla* é o principal componente do híbrido com o *E. grandis*, possibilitando a ampliação de plantios em regiões que antes eram inadequadas.

O melhoramento florestal tem contribuído com o setor florestal aumentando a produtividade, mas nas novas fronteiras florestais, a produtividade ainda é baixa, em virtude da falta de genótipos adaptados (REIS; PALUDZYSZYN, 2011). Para Barros et al., (2008), a interação dos genótipos versus ambientes (GxA) pode ser definida como a inconsistência de desempenho dos genótipos nos vários ambientes. De acordo com Namkoong et al. (1966), a interação GxA pode gerar estimativas errôneas e inflacionadas de variação genética, afetando diretamente o ganho de seleção e dificultando a recomendação de genótipos com ampla adaptabilidade. Uma das alternativas para minimizar os efeitos da interação GxA é a escolha simultânea de genótipos

de alta produtividade, estabilidade e adaptabilidade (CRUZ; CARNEIRO, 2003), que pode ser realizada pelo método de predição da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos (MHPRVG). Entre outras vantagens, esse método permite lidar com dados desbalanceados e a heterogeneidade de variâncias, fornecer valores para estabilidade e adaptabilidade genotípica e gerar resultados na própria escala ou grandeza do caráter avaliado, possibilitando que os resultados sejam interpretados diretamente como valores genéticos (RESENDE, 2004; VERARDI et al., 2009). Isso permite calcular o ganho genético para o caráter considerando a produtividade, estabilidade e adaptabilidade (RESENDE, 2004; VERARDI et al., 2009).

Este estudo teve por objetivos: i) estimar a variação genética em cinco testes de progênies de polinização aberta de *E. urophylla*; ii) avaliar a interação GxA; iii) investigar a correlação genética entre pares de ambientes e para o conjunto de ambientes; iv) estudar a produtividade, estabilidade e adaptabilidade das progênies; v) propor estratégia ao melhoramento de *E. urophylla* em nível de locais e para as regiões de abrangência dos experimentos estudados.

MATERIAL E MÉTODOS

a) Localização e caracterização das áreas experimentais

Foram avaliados cinco testes de progênies de *E. urophylla* ao quais representam a base genética da espécie no Brasil. Os testes foram estabelecidos pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) nos municípios de Anhembi-SP, Itatinga-SP, Itamarandiba-MG, Uberaba-MG e Selvíria-MS (Tabela 1). Os testes foram estabelecidos no delineamento experimental de blocos completos casualizados, com número de progênies variando 138 a 167, quatro a oito blocos e

cinco a seis plantas por parcela. Aos dois anos de idade foi avaliado o caráter diâmetro a altura do peito (DAP) em todos os testes de progênies.

b) Estimativas dos parâmetros genéticos

As estimativas dos componentes de variância foram obtidas pelo procedimento REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada), empregando-se o programa genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE, 2007b). A avaliação individual de testes foi analisado pela metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado) – REML/BLUP, assumindo progênies com sendo de meios-irmãos, seguindo o modelo proposto por Resende (2002, 2007b): $y = Xr + Za + Wp + e$; em que: y é o vetor de dados, r é o vetor dos efeitos de repetições (assumido como de efeito fixo), somados a média geral, a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatório), p é o vetor dos efeitos de parcelas (aleatório) e e é o vetor de erros (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para referidos efeitos. A análise conjunta dos testes de progênies, tomados dois a dois e envolvendo todos os locais foi realizada com base no modelo estatístico (RESENDE, 2007a, b): $y = Xr + Za + Wp + Ti + e$, que é semelhante ao primeiro modelo, com a inclusão do vetor i , que se refere aos efeitos da GxA (aleatório) da matriz de incidência T, que está associada a esse efeito. Os parâmetros genéticos estimados forma: herdabilidade em nível de plantas individuais no sentido restrito (h_a^2); herdabilidade média entre progênies (h_m^2); herdabilidade aditiva dentro de parcelas (h_p^2); coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas (C_p^2); coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente (C_i^2); correlação genotípica entre progênies nos vários ambientes (r_{gloc}^2).

biente (C_i^2); correlação genotípica entre progênies nos vários ambientes (r_{gloc}^2).

c) Produtividade, estabilidade e adaptabilidade

As análises referentes à produtividade, estabilidade e adaptabilidade foram obtidas com base no procedimento MHPRVG, empregando também o programa SELEGEN-REML/BLUP. A estabilidade corresponde a Média Harmônica dos Valores Genotípicos nos locais (MHVG), a adaptabilidade refere-se à Performance Relativa dos Valores Genotípicos em relação à média de cada local (PRVG), e a estabilidade e adaptabilidade simultaneamente, corresponde a Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos (MHPRVG). Para esta análise foi utilizado o modelo estatístico: $y = Xr + Zg + Wp + Ti + e$ (RESENDE, 2007a,b), em que: y , r , g , i e e são os vetores de dados referentes aos efeitos de repetição (fixos), genotípico (aleatórios), parcelas (aleatórios), da interação GxA (aleatórios) e do resíduo (aleatório), respectivamente. X, Z W e T representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste da razão de verossimilhança (LRT) entre progênies foram significativas em todos os locais, indicando a possibilidade de se obter ganhos genéticos com a seleção entre progênies. As maiores médias para o DAP foram observados em Anhembi-SP (10,52 cm) e Uberaba-MG (10,20 cm) (Tabela 2). A amplitude de variação foi alta (2,76 cm) e reflete a produtividade diferenciada nos locais estudados. Em Itatinga-SP (8,76 cm) e Itamarandiba-MG (8,38 cm) os

Tabela 1. Características dos locais dos testes de progênies de *Eucalyptus urophylla*.

Table 1. Site characteristics of *Eucalyptus urophylla* progeny tests.

	Anhembi-SP	Itatinga-SP	Itamarandiba-MG	Uberaba-MG	Selvíria*-MS
Nº de progênies	167	166	166	138	166
Instalação	Dez. 2009	Abr. 2010	Out. 2009	Jan. 2010	Dez. 2009
Esp. (m)	3,0 x 2,0	3,0 x 2,0	3,0 x 2,0	3,0 x 2,0	3,0 x 2,5
Rep.xPls/Parc.	4 x 6	4 x 6	4 x 6	8 x 5	5 x 5
Latitude (S)	22°28'	23°13'	17°45'	9°18'	20°21'
Longitude (W)	48°07'	48°34'	42°46'	48° 01'	51°24'
Altitude (m)	472	827	910	850	375
Solo	RQ	LVA _d	LVA	LAc	LV _d
Clima	Aw	Cwa	Cwa	Aw	Aw
T.M.A. (°C)	21,8	19,7	22,6	22,6	24,8
P.M.A. (mm)	1300	1372	1100	1474	1309

*Selvíria: ocorrência de pragas; T.M.A.: Temperatura média anual; P.M.A.: Precipitação média anual; RQ: Neossolo quartzarênico; LVA_d: Latossolo Vermelho Amarelo distrófico; LVA: Latossolo Vermelho Amarelo; LAc: Latossolo Amarelo ácrico típico; LV_d: Latossolo Vermelho distrófico típico; Aw: clima tropical com estação seca de inverno; Cwa: clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

crescimentos médios foram similares e Selvíria apresentou a menor média (7,76 cm). O menor crescimento em Selvíria se deve a incidência de pragas e alta mortalidade de plantas.

O crescimento em DAP neste estudo foi similar aos observados em outros trabalhos com eucalipto (KAGEYAMA; VENCOVSKY, 1983; MORAES, 2013). Contudo, as progênies em Anhembi e Uberaba apresentaram crescimento superior aos encontrados na literatura (ROSADO et al., 2009; SATO et al., 2010; ROSADO et al., 2012).

Os valores do coeficiente de variação experimental (CV_e) variaram de 8,9% (Itamarandiba) a 19,7% (Selvíria), considerados como intermediários (GOMES; GARCIA, 2002), indicando variação genética que pode ser explorada pela seleção entre progênies. Adicionalmente, em todos os locais as estimativas do coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}) foram ($> 10\%$), confirmado a possibilidade e alteração a média da população pela seleção entre progênies. Itatinga (19,9%) e Uberaba (17,7%) expressaram as maiores estimativas. De acordo com Aguiar et al. (2010), quanto maior o valor do CV_{gi} , maior a possibilidade em encontrar indivíduos com genótipo superior e de se obter ganhos com a seleção. Estimativas de CV_{gi} para o DAP em outras populações de melhoramento de *E. urophylla* foram menores e variaram de 5,2 a 12,7% (ROCHA et al., 2007; ROSADO et al., 2009; SOUZA et al., 2011). Isso indica que a po-

pulação estudada aqui tem maior potencial para o melhoramento genético.

As estimativas para o coeficiente de variação genotípica entre progênies (CV_{gp}) foram metade do CV_{gi} , variando de 6,6% (Anhembi) a 10% (Itatinga). Esses resultados indicam que as diferenças genéticas são maiores entre os indivíduos do que entre as progênies. Isso se deve provavelmente ao fato de que as progênies apresentam misturas de diferentes tipos parentescos, como meios-irmãos, irmãos completos, irmãos de autofecundação e irmãos de autofecundação e cruzamentos.

As estimativas de coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas (C_p^2), obtidas em todos os locais foram baixas (RESENDE, 2002), implicando que o delineamento de blocos completos casualizados foi eficiente no controle ambiental e que o efeito de bloqueamento não afetou a predição dos parâmetros genéticos (não existência de covariâncias dentro de blocos).

O coeficiente de herdabilidade para a média de progênies (h_m^2) foi superior às estimativas dos demais coeficientes de herdabilidade (Tabela 2). A estimativa de h_m^2 variou entre os ambientes de 0,40 (Selvíria) a 0,79 (Uberaba), indicando substancial controle genético na herança do caráter DAP entre progênies, logo a possibilidade de se obter ganhos genéticos com a seleção das melhores progênies.

O coeficiente de herdabilidade em nível de plantas individuais no sentido restrito (h_a^2) e

Tabela 2. Estimativas de parâmetros genéticos para o caráter diâmetro a altura do peito (DAP) em testes de progênies de *Eucalyptus urophylla*, avaliados aos 2 anos de idade.

Table 2. Estimates of genetic parameters for diameter at breast height (DBH) in *Eucalyptus urophylla* progeny tests assessed at 2 years of age.

Estimativas	Anhembi-SP	Itatinga-SP	Itamarandiba-MG	Uberaba-MG	Selvíria-MS
h_a^2	0,19±0,04	0,48±0,06	0,44±0,06	0,35±0,05	0,13±0,04
h_m^2	0,54	0,76	0,69	0,79	0,40
h_d^2	0,15	0,41	0,40	0,29	0,11
C_p^2	0,006	0,005	0,059	0,008	0,066
CV_{gi}	13,26	19,93	13,36	17,73	14,39
CV_{gp}	6,63	9,96	6,68	8,87	7,20
CV_e	12,35	11,19	8,91	12,97	19,69
CV_r	0,54	0,89	0,75	0,68	0,37
Média (cm)	10,52	8,76	8,38	10,20	7,76
LRT	39,73**	155,58**	90,59**	191,99**	6,58*

h_a^2 é herdabilidade em nível de plantas individuais no sentido restrito; h_m^2 é a herdabilidade média entre progênies; h_d^2 é a herdabilidade aditiva dentro de parcelas; C_p^2 coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; CV_{gi} é o coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} é o coeficiente de variação genotípica entre progênies; CV_e é o coeficiente de variação experimental; CV_r é o coeficiente de variação relativa (CV_r); Média geral (μ); teste da razão de verossimilhança (LRT); *significativo a 1% com 1 grau de liberdade.

dentro de progênies (h_a^2) variaram entre os testes de 0,11 a 0,48 (Tabela 2). Com exceção de Selvíria (0,13), todos os demais locais tiveram estimativas que podem ser interpretadas como medianas ($0,15 < h_a^2 = 0,50$, RESENDE, 1995), logo a seleção massal dentro dos testes e entre plantas dentro de progênies poderia ser utilizada para obter-se ganhos genéticos, principalmente em Itatinga e Itamarandiba. As estimativas da herdabilidade indicam que a seleção com base na média de progênies deve ser mais eficiente que a seleção massal e dentro de progênies, considerando a mesma intensidade de seleção.

O coeficiente de variação relativa (CV_r), parâmetro que indica a razão entre o coeficiente genotípico do indivíduo e o coeficiente experimental (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992) variou de 0,37 (Selvíria) a 0,89 (Itatinga), o que indica que a seleção pode ser mais eficiente em Itatinga do que em Selvíria, visto que o valor foi mais próximo à unidade em Itatinga.

O coeficiente de determinação da interação genótipo x ambiente (C_i^2), representada pela variação da interação GxA foi de 1,7% (Tabela 3). O baixo valor de C_i^2 conduziu a alta estimativa (78,1%) da correlação genotípica entre o desempenho das progênies e os ambientes (r_{gloc}^2), indicando que a interação foi do tipo simples, ou seja, a classificação das progênies nos diferentes ambientes não mudou substancialmente e a seleção pode ser realizada em um dos cinco ambientes.

Pela análise conjunta de locais dois a dois, os coeficientes da interação GxA revelaram, que em geral, a interação explicou uma pequena

proporção da variabilidade fenotípica para as combinações, com exceção das combinações entre Itatinga x Itamarandiba (2x3), Itamarandiba x Uberaba (3x4) e Itamarandiba x Selvíria (3x5), conduzindo as menores estimativas para r_{gloc}^2 (58,9, 56,9 e 34,9%, respectivamente). Assim, embora Itamarandiba não seja o local menos produtivo, foi o ambiente que teve as menores correlações com os demais. Adicionalmente, verifica-se que Anhembi é o ambiente que apresenta as maiores correlações com os demais locais, o que sugere que seria indicado como o local ideal para a seleção de genótipos.

A herdabilidade média entre progênies para a análise conjunta dos ambientes foi alta (0,86) e maior do que a herdabilidade individual e dentro de progênies. Portanto, a maior parte da variação fenotípica observada entre as progênies e de natureza genética. As estimativas de herdabilidade do nível de médias de progênies foram altas para todas as combinações, com exceção da combinação entre Itamarandiba e Selvíria (0,03), considerada como a menos produtiva (8,03 cm).

Com base nos parâmetros de estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e simultaneamente para produtividade, estabilidade e adaptabilidade (MHPRVG) foram selecionadas 20 progênies (Tabela 4). A pequena variação observada indica estabilidade das progênies. As seis primeiras progênies (74, 85, 66, 78, 75 e 59) coincidem 100% quando comparadas com a análise conjunta dos cinco testes de progênies. Isso indica plasticidade do material testado. Isso é um indicativo de que predições seguras sobre os valores

Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos e da interação genótipo x ambiente para o DAP, em progênies de *Eucalyptus urophylla* aos dois anos de idade.

Table 3. Estimates of genetic parameters and genotype x environment interaction for DAP in *Eucalyptus urophylla* progeny tests at 2 years of age.

Estimativas	Locais										TODOS
	1 x 2	1 x 3	1 x 4	1 x 5	2 x 3	2 x 4	2 x 5	3 x 4	3 x 5	4 x 5	
h_a^2	0,29± 0,03	0,18± 0,03	0,25± 0,03	0,17± 0,03	0,28± 0,03	0,31± 0,03	0,29± 0,04	0,19± 0,03	0,21± 0,03	0,27± 0,03	0,24± 0,02
h_m^2	0,76	0,61	0,77	0,66	0,61	0,77	0,73	0,59	0,03	0,77	0,86
h_a^2	0,23	0,15	0,20	0,13	0,24	0,26	0,24	0,16	0,21	0,22	0,20
C_p^2	0,0056	0,0111	0,0064	0,0139	0,0130	0,0073	0,0184	0,0171	0,0773	0,0136	0,0112
C_i^2	0,0049	0,0174	0,0098	0,0044	0,0487	0,0184	0,0154	0,0367	0,0993	0,0097	0,0172
r_{gloc}^2	0,9363	0,7270	0,8628	0,9030	0,5888	0,8070	0,8254	0,5691	0,3495	0,8741	0,7808
μ (cm)	9,64	9,44	10,28	8,98	8,55	9,68	8,18	9,57	8,03	9,23	9,21
LRT	71,44**	31,94**	51,70**	25,75**	34,16**	62,01**	42,06**	22,67**	84,54**	43,95**	250,21**

h_a^2 é herdabilidade em nível de plantas individuais no sentido restrito; h_m^2 é a herdabilidade média entre progênies; h_a^2 é a herdabilidade aditiva dentro de parcelas; C_p^2 coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; C_i^2 é o coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente; r_{gloc}^2 é a correlação genotípica entre progênies nos vários ambientes; Média geral (μ); teste da razão de verossimilhança (LRT); **significativo a 1% com 1 grau de liberdade. 1: Anhembi-SP; 2: Itatinga-SP; 3: Itamarandiba-MG; 4: Uberaba-MG e 5: Selvíria-MS.

Tabela 4. Seleção das melhores progênies de *Eucalyptus urophylla* com base no DAP, para estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e simultaneamente para produtividade, estabilidade e adaptabilidade (MHPRVG), aos 2 anos de idade.

Table 4. Selection of the best progenies of *Eucalyptus urophylla* based on DAP for stability (HMGV), adaptability (RPGV) and simultaneously for productivity, stability and adaptability (HMRPGV) at 2 years of age.

Ordem	Prog	MHVG	Prog	PRVG	PRVG*MG	Prog	MHPRVG	MHPRVG*MG
1	74	10,415	74	1,158	10,671	74	1,158	10,669
2	85	10,150	85	1,129	10,401	85	1,129	10,399
3	66	10,108	66	1,125	10,364	66	1,124	10,359
4	78	10,102	78	1,124	10,353	78	1,122	10,340
5	75	10,074	75	1,120	10,318	75	1,119	10,315
6	59	10,024	59	1,115	10,276	59	1,115	10,275
7	47	9,913	48	1,102	10,157	92	1,102	10,155
8	92	9,913	92	1,102	10,157	48	1,102	10,155
9	48	9,902	47	1,102	10,156	47	1,102	10,154
10	64	9,882	64	1,099	10,129	64	1,099	10,1278
11	82	9,878	61	1,099	10,124	61	1,098	10,121
12	61	9,870	82	1,098	10,119	82	1,097	10,110
13	79	9,826	79	1,094	10,076	79	1,093	10,075
14	93	9,803	93	1,091	10,054	93	1,091	10,053
15	84	9,780	81	1,089	10,035	81	1,089	10,032
16	167	9,778	84	1,088	10,029	167	1,088	10,024
17	77	9,765	167	1,088	10,025	84	1,088	10,022
18	87	9,754	77	1,086	10,007	77	1,086	10,003
19	94	9,746	87	1,084	9,990	94	1,083	9,984
20	154	9,744	94	1,084	9,985	87	1,083	9,979

genéticos podem ser feitas, contemplando os três atributos produtividade, estabilidade e adaptabilidade (PINTO JÚNIOR et al., 2006).

A média das seis melhores progênies foi aproximadamente 13% superior à média geral dos cinco experimentos (9,21 cm). Já a superioridade da progênie de melhor desempenho produtivo, comportamento estável e adaptada (progênie 74) foi de aproximadamente 16% em relação às demais, avaliadas pela análise conjunta. Considerando as 20 primeiras progênies selecionadas simultaneamente, a superioridade foi de 10,4% a mais em relação à análise conjunta.

CONCLUSÕES

Existe variação genética entre as progênies, logo a possibilidade de se obter ganhos com a seleção entre as melhores progênies.

A interação GxA é significativa e do tipo simples.

Existe pouca alteração no ordenamento das melhores progênies pelo critério de simultaneidade para produtividade, estabilidade e adaptabilidade.

Anhemi pode ser o local escolhido para condução de ensaios, cujo objetivo é a seleção de genótipos para atender os demais locais.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), pelo apoio na obtenção dos dados, a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de bolsa de mestrado e ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) pelas bolsas de produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A. V.; SOUSA, V. A.; SHIMIZU, J. Y. Seleção genética de progênies de *Pinus greggii* para formação de pomares de sementes. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 30, n. 62, p. 107-117, 2010.
- ASSIS, T. F.; RESENDE, M. D. V. Genetic improvement of forest tree species. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. S1, p. 44-49, 2011.
- BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; CRUZ, C. D. Análises paramétricas e não-paramétricas para determinação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 299-309, 2008.

- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: Editora UFV, 2003. 585 p.
- FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. IPEF, Piracicaba, n. 45, p. 22-30, 1992.
- KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. IPEF, Piracicaba, n. 24, p. 9-26, 1983.
- LOBÃO, M. S.; DELLA LÚCIA, R. M.; MOREIRA, M. S. S.; GOMES, A. Caracterização das propriedades físico-mecânica da madeira de eucalipto com diferentes densidades. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 889-894, 2004.
- MORAES, C. B. **Variabilidade genética em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla* para tolerância ao frio**. 2013. 90 p. (Tese de Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- MOURA, V. P. G. **O germoplasma de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Recursos genéticos e biotecnologia. 2004. 12 p. (Comunicado técnico, n. 111), Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/174980/1/cot111.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2013.
- NAMKOONG, G.; SNYDER, E. B.; STONECYPHER, R. Heritability and gain concepts for evaluating breeding systems such as seedling orchards. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 15, p. 76-84, 1966.
- GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.
- PINTO JÚNIOR, J. E.; STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V.; JÚNIOR, P. R. Avaliação simultânea de produtividade, adaptabilidade e estabilidade genotípica de *Eucalyptus grandis* em distintos ambientes do estado de São Paulo. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 53, p. 79-108, 2006.
- REIS, C. A. F.; PALUDZYSZYN, E. F. **Estado da arte de plantios com espécies florestais de interesse para o Mato Grosso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011, 63 p. (Documentos, n. 215). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/898075/1/Doc215.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2013.
- RESENDE, M. D. V. Delineamento de experimentos de seleção para maximização da acurácia seletiva e do progresso genético. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 19, n. 4, p. 479-500, 1995.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa - Informação Tecnológica, 2002, 975 p.
- RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimento e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007a, 362 p.
- RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Floresta, 2004, v. 1, 57 p.
- RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN – REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007b, 359 p.
- ROCHA, M. G. B.; PIRES, I. E.; ROCHA, R. B.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D. Seleção de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informação de divergência genética. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 977-987, 2007.
- ROCHA, M. G. B.; PIRES, I. E.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D.; ROCHA, R. B. Avaliação genética de progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus urophylla* utilizando os procedimentos REML/BLUP e E(QM). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 369-379, 2006.
- ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n. 7, p. 964-971, 2012.
- ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R.; BHERING, L. L.; CRUZ, C. D. Ganhos genéticos preditos por diferentes métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus urophylla*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1653-1659, 2009.
- SATO, A. S.; FREITAS, M. L. M.; LIMA, I. L.; ZIMBACK, L.; TONIATO, M. T. Z.; SEBBENN, A. M. Genetic variation among and within provenances and progenies of *Corymbia maculate* (Hook.) K.D. Hill and L.A.S. Johnson, in Pederneiras, SP. *Cerne*, Lavras, v. 16, n. 1, p. 60-67, 2010.

SOUZA, C. S.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres quantitativos em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla*. *Floresta*, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 847-856, 2011.

VERARDI, C. K.; RESENDE, M. D. V.; COSTA, R. B.; GONÇALVES, P. S. Adaptabilidade e estabilidade da produção de borracha e seleção em progênies de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1277-1282, 2009.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992, 496 p.

Recebido em 24/02/2014
Aceito para publicação em 03/10/2014