

Avaliação de Teste Clonal de Eucaliptos Multiespécies em Mato Grosso do Sul¹

Cristiane Aparecida Fioravante Reis², Paulo Eduardo Telles dos Santos³, Estefano Paludzyszyn Filho⁴

Resumo

Com objetivo de identificar clones potenciais, para Mato Grosso do Sul, foi implantado um teste de eucaliptos multiespécies em Ponta Porã. O teste clonal foi implantado em área do Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (CPAO), em janeiro de 2010. O delineamento experimental consistiu em blocos completos casualizados, com 42 tratamentos (23 clones de *E. saligna*, nove de *E. benthamii* x *E. dunnii*, sete de *E. urophylla*, um de *E. grandis*, um de *E. urophylla* x *E. grandis* e um de *E. grandis* x *E. camaldulensis*), três repetições e parcelas quadradas de 25 plantas, em espaçamento de 3 m x 3 m. Em abril de 2013, aos três anos e três meses de idade, foram conduzidas em campo mensurações de circunferência à altura do peito (CAP), em centímetros, por meio de fita métrica e altura, em metros, com clinômetro. A partir dessas mensurações foi estimado o volume de madeira por indivíduo, em metros cúbicos. Adicionalmente, foram também avaliadas características adaptativas, ao nível de parcelas e estabelecida uma escala de notas de 1 a 5. Assim, quanto menor a nota, melhor o desempenho do tratamento. Houve efeitos significativos de clones para todas as características avaliadas, o que denota possibilidade de ganhos com a seleção. As estimativas das correlações genéticas foram elevadas entre todas as características. Os seis melhores clones foram (em ordem decrescente de desempenho em volume de madeira): AAC 645, AEC 144, BRS 04, BRS 44, AEC 224 e BRS 19. Os clones BRS 33 e BRS 40 tiveram excelentes notas, embora não terem se destacado em volume de madeira. Do exposto, observa-se o bom desempenho de alguns materiais no *screening* conduzido no CPAO. Entretanto, as médias estão inflacionadas pela interação clones x ambientes. Assim, é recomendável que, pelo menos os melhores clones identificados, sejam avaliados em condições ambientais contrastantes.

Introdução

É inegável que o setor de florestas plantadas com eucalipto apresenta significativas contribuições para o desenvolvimento da economia brasileira. Entretanto, o cultivo do eucalipto foi, durante muito tempo, concentrado principalmente nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil. Assim, a silvicultura intensiva na Região Centro-Oeste permaneceu pouco desenvolvida durante muitos anos. Os principais fatores que contribuíram para essa situação foram distância em relação às principais unidades industriais do segmento de florestas plantadas, bem como dos mercados fornecedores de insumos e dos mercados consumidores (Anuário, 2012).

Entretanto, vale destacar que o agronegócio, envolvendo a produção e o processamento de grãos e fibras como soja e o algodão, bem como a pecuária de corte e a avicultura, expandiram-se rapidamente nas últimas décadas nessa Região, o que tem demandado volumes crescentes de madeira para fins energéticos. A mesma expansão foi observada em outros importantes segmentos de uso/processamento de madeira (Anuário, 2012). Do exposto, nota-se que o Centro-Oeste tornou-se eixo estratégico do agronegócio, o que tem possibilitado altos investimentos no setor de florestas plantadas.

Diante de tal conjuntura, a carência de genótipos/clones de eucaliptos adaptados à região tem sido constatada, especialmente, porque a maioria dos clones plantados foi selecionada para condições ambientais de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia. Observa-se que essas condições são, em muitos casos, divergentes daquelas encontradas no Centro-Oeste. Nesse cenário, têm conduzidas algumas ações pela Embrapa Florestas para seleção de raças locais e/ou clones adaptados à Região.

Assim, com objetivo de identificar clones potenciais foi implantado um teste clonal de eucaliptos multiespécies em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul.

Material e Métodos

O teste clonal de eucaliptos multiespécies foi implantado em área do Campo Experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (CPAO) no município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, em janeiro de 2010. O delineamento experimental foi blocos completos casualizados, com 42 tratamentos (23 clones de *E. saligna*, nove de *E. benthamii* x *E. dunnii*, sete de *E. urophylla*, um de *E. grandis*, um de *E. urophylla* x *E. grandis* e um de *E. grandis* x *E.*

¹ Parte do Projeto Florestas Energéticas: Produção e conversão sustentável de biomassa em energia.

² Pesquisadora da Embrapa Florestas/Colombo. E-mail: cristiane.reis@embrapa.br

³ Pesquisador da Embrapa Florestas/Colombo. E-mail: paulo.telles@embrapa.br

⁴ Pesquisador da Embrapa Florestas/Colombo. E-mail: estefano.filho@embrapa.br

camaldulensis), três repetições e parcelas quadradas de 25 plantas, em espaçamento de 3 m x 3 m.

As coordenadas geográficas da área experimental são 22°33'20" S e 55°39'20" O, com altitude de 632 metros. O clima caracteriza-se por ser tropical de altitude (Cwa), sem estação seca e com verão mais úmido que o inverno. A precipitação média anual estimada é de 1.660 mm. Em geral, o mês mais chuvoso é novembro e o mais seco, julho. A temperatura média anual é 20,6° C. A topografia é plana e solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, de textura argilosa.

Em abril de 2013, ou seja, aos três anos e três meses de idade, foram conduzidas em campo mensurações de circunferência à altura do peito (CAP), por meio de fita métrica e altura, com uso do clinômetro. A partir dessas mensurações foi estimado o volume de madeira por indivíduo, em metros cúbicos.

Procedeu-se também a avaliação fenotípica, com base no desempenho em volume de madeira, forma do fuste, espessura de galhos, presença/ausência de bifurcações, seca de ponteiros, doenças e pragas. Deste modo, foi estabelecida uma escala de notas de 1 a 5, em que, quanto menor a nota, melhor o desempenho do tratamento para o conjunto de caracteres considerados simultaneamente.

Os caracteres de crescimento foram avaliados por meio do procedimento de modelos mistos de Máxima Verossimilhança Restrita e Melhor Predição Linear não Viesada (*Restricted Maximum Likelihood/Best Linear Unbiased Prediction* – REML/BLUP), no programa computacional Seleção Genética Computadorizada – Selegen (Resende 2007a). Para as análises, em nível de ambientes, foi utilizada rotina que considera teste de clones não aparentados, delineamento de blocos completos casualizados e várias plantas por parcela (Modelo 02).

A partir dessas análises foram obtidas as significâncias dos efeitos aleatórios dos modelos pelo teste da razão da verossimilhança (LRT) e as análises de deviances. Foram conduzidas análises individual e conjunta dos ambientes e estimadas acurácias seletivas e os parâmetros genéticos, conforme sugerido por Resende (2007b).

Resultados e Discussão

No teste clonal, a sobrevivência foi de 70,50%. Isso porque ocorreram problemas relacionados ao preparo do solo para o plantio, mudas frágeis, ataque de formigas e competição com plantas daninhas. Observou-se que a maior taxa de mortalidade ficou concentrada em uma das margens da área experimental. Assim, clones com excelente desempenho em outras repetições ficaram comprometidos, com baixa estatura, copas grandes, galhos mais grossos e com desrama natural bastante deficiente.

Apesar dos problemas relatados, as estimativas de acurácia seletiva foram elevadas (Tabela 1). Por se tratar de teste clonal e do elevado número de repetições utilizadas no experimento, os problemas acima descritos foram minimizados. É relevante lembrar que a acurácia refere-se à correlação entre o valor genotípico verdadeiro do tratamento genético e aquele estimado ou predito a partir das informações dos experimentos (Resende and Duarte 2007). Assim, no presente caso, o valor da acurácia permite boa precisão no processo seletivo.

Foram observados efeitos significativos de clones, a 1% de probabilidade, pelo teste da razão da verossimilhança (LRT). Deste modo, infere-se que houve comportamento diferenciado entre clones para as características CAP, altura e volume de madeira.

Tabela 1 Análises de deviances para as características circunferência à altura do peito (CAP); altura e volume de madeira, do teste clonal do CPAO.

Fontes de Variação	Características					
	CAP (cm)		Altura (m)		Volume (m3)	
	Deviance	LRT ¹	Deviance	LRT ¹	Deviance	LRT ¹
Clones ⁺	10.820,20	38,09**	4.372,37	8,79**	-11.063,96	35,94**
Parcelas ⁺	10.929,30	147,19**	5.396,95	1.033,37**	- 10.833,48	266,42**
Modelo Completo	10.782,11	-	4.363,58	-	-11.099,90	-
Acurácia (%)	90,50		74,00		89,60	
Média	47,70		16,39		0,1598	
Sobrevivência (%)	70,50					

¹Teste da razão da verossimilhança, distribuição com 1 grau de liberdade;

**Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de Qui-quadrado;

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de Qui-quadrado;

⁺Deviance do modelo ajustado sem os referidos efeitos.

As estimativas das correlações genéticas entre os caracteres considerados foram de elevadas magnitudes. Assim, denota-se que há elevado grau de associação entre os caracteres considerados. Resultados semelhantes têm sido comumente encontrados em outros estudos relacionados ao melhoramento genético do eucalipto (Kageyama and Vencovsky 1983).

Tabela 2 Estimativas das correlações genéticas entre as características circunferência à altura do peito (CAP), altura e volume de madeira obtidas no teste clonal de eucalipto do CPAO.

Características	Características		
	CAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³)
CAP	1,0	0,71	0,96
Altura	-	1,0	0,86
Volume	-	-	1,0

Com base nestes resultados, os componentes de variância e os valores genotípicos preditos serão apresentados e discutidos com base na característica volume de madeira (Tabela 3). A variância ambiental contribuiu de forma mais acentuada sobre a variância fenotípica. Por se tratar de teste clonal, já era esperado que a variância ambiental fosse mais expressiva que a variância genotípica. Assim, observa-se baixa herdabilidade no sentido amplo individual. Entretanto, a herdabilidade na média de clones denota boas chances de ganho com a seleção.

Tabela 3 Componentes de variância para a característica volume de madeira, em metros cúbicos, para teste clonal de eucalipto do CPAO, Ponta Porã, Mato Grosso do Sul.

Componente de variância	Estimativa
Variância genotípica	0,001245
Variância ambiental entre parcelas	0,000833
Variância ambiental	0,002126
Variância fenotípica	0,004204
Herdabilidade no sentido amplo individual	0,2961 (0,2634 – 0,3288)
Herdabilidade no sentido amplo na média de clones	0,8026

Os seis melhores clones foram (em ordem decrescente de desempenho em volume de madeira): AAC 645, AEC 144, BRS 04, BRS 44, AEC 224 e BRS 19.

O clone AAC 645 foi selecionado em plantios comerciais seminais da Empresa Anglo American, unidade Codemin, situada em Niquelândia, Goiás. As características mais marcantes desse clone são considerável crescimento, ausência de seca de ponteiros, ausência de brotação lateral, boa desrama natural, fuste retilíneo e tolerância ao déficit hídrico. Quanto ao desempenho em notas, esse clone ficou em quarta colocação.

Os clones AEC 144 e AEC 224 apresentaram bom desempenho em volume de madeira e em notas. Ambos pertencem à espécie *E. urophylla* e foram selecionados para produção de carvão vegetal, em condições edafoclimáticas da área de atuação da Empresa *ArcelorMittal* (antiga *Acesita*), em Minas Gerais. Caracterizam-se pelo bom desempenho, principalmente quando cultivados em regiões de deficiência hídrica e elevadas temperaturas. Esses clones ocuparam a primeira e segunda colocação quanto a notas.

Os clones BRS 04 e BRS 19 pertencem à espécie *E. saligna* e apresentaram os melhores desempenhos em volume de madeira entre os 23 clones de *E. saligna*. Entretanto, não apresentaram desempenho relevante em notas, com 14º e 31º posição. Esses clones foram selecionados pela Embrapa Florestas em teste combinado de procedências/progênes. A instalação experimental foi conduzida em dezembro de 1986, em área do Instituto Florestal de São Paulo, em Manduri, São Paulo.

Ressalta-se que *E. saligna* é uma espécie muito próxima - em aspectos botânico, ecológico e silvicultural - do *E. grandis* (Golfari et al. 1978, Ferreira 1979). Em presença de deficiência hídrica severa pode também ser atacado pelo cancro (*Chrysosporthe cubensis*). Por outro lado, é menos suscetível à deficiência de boro quando comparado ao *E. grandis* e tem alta capacidade de regeneração por brotação das cepas (Ferreira 1979).

Em geral, além do uso energético, *E. saligna* é adequada para construção civil pesada externa (postes, mourões e cruzetas), pesada interna (caibros e vigas), leve interna ou estrutural (ripas). É também utilizada na confecção de tacos para assoalhos, em mobiliários de utilidade geral, além de laminação, chapas de compensados e em embalagens, mourões, celulose e carvão vegetal (Ferreira 1979, Instituto 2013).

O clone BRS 44 é um *E. grandis* e foi selecionado em teste de progênies intercaladas de *E. grandis* e *E. urophylla*, implantado em janeiro de 2003, em área experimental da Embrapa Produtos e Mercado, Goiânia, Goiás. As progênies foram obtidas em coletas realizadas pela Embrapa Florestas e parceiros, em árvores matrizes de primeira geração, em rede de experimentos estabelecidos em Minas Gerais, Paraná e São Paulo.

E. grandis é uma espécie tradicionalmente muito plantada no Brasil, principalmente no seguimento de polpação de celulose e fabricação de papel. Entre outros usos mais comuns, destacam-se construção civil leve interna: i) estrutural como ripas e partes secundárias de estruturas e ii) utilidade geral, como cordões, guarnições, assoalhos (rodapés, tacos, tábuas e parquetes), forros e lambris. Na fabricação de pontalotes, andaimes e mobiliários, pode também ser utilizado em lâminas decorativas, chapas compensadas e embalagens (Instituto 2013). Para uso energético, o mais comum e adequado tem sido em combinações híbridas interespecíficas com *E. urophylla*.

Os nove híbridos espontâneos de *E. benthamii* x *E. dunnii* foram selecionados pela Embrapa Florestas, a partir de seleção massal, em plantio seminal comercial em Entre Rios, município de Guarapuava, Paraná. O plantio foi estabelecido em área da Cooperativa Agrária Industrial (ex - Cooperativa Agrária Mista Entre Rios), em 2005. Entre esses nove, nenhum obteve resultado satisfatório em volume de madeira. Entretanto, o clone BRS 33 ocupou a quinta colocação na classificação com base na escala de notas. Ainda não foram conduzidas caracterizações tecnológicas da madeira desses materiais. Porém, ao menos para densidade básica da madeira e demais características físicas dela dependentes deve haver herança aditiva, ou seja, desempenho mediano em relação aos genitores. Com relação à indicação climática, o híbrido parece ter também aptidão intermediária entre as espécies parentais. Na seleção das matrizes que deram origem a esses clones, observou-se acentuada heterose para características de crescimento.

Assim como o último clone citado, o BRS 40 despontou no ranqueamento com base na escala de notas, com a sexta colocação. Entretanto, ocupou a 18ª para volume de madeira. Consiste em clone de *E. urophylla* e foi selecionado, pela Embrapa Florestas, em teste de progênies híbridas intercaladas de *E. grandis* e *E. urophylla*, implantado em dezembro de 2003, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Assim como relatado em *E. grandis*, as progênies foram obtidas em árvores matrizes, de primeira geração de melhoramento, em Minas Gerais, Paraná e São Paulo.

O *E. urophylla* tem como virtude alto potencial de crescimento em zonas tropicais úmidas. Além do que, possui grande plasticidade adaptativa, que inclui boa resistência ao déficit hídrico. Assim, a espécie tem sido amplamente plantada em diversas regiões brasileiras. Além do mais, apresenta variabilidade genética para resistência à doenças de relevância, como ferrugem (*Puccinia psidii*) e cancro (*Chrysosporthe cubensis*) do eucalipto (Ferreira 1979). Em geral, a espécie apresenta boa forma e lignotúber que é responsável pela boa capacidade de brotação, o que facilita o processo de clonagem.

A madeira dessa espécie tem sido utilizada para diversos fins, que incluem: polpação de celulose, fabricação de papel, fabricação de painéis de fibras, serraria, dormentes, postes de eletrificação, uso energético, dentre outros. A madeira apresenta densidade básica moderada, alta resistência mecânica e retratibilidade (Scanavaca Júnior, 2001).

Do exposto, observa-se o bom desempenho de alguns materiais no *screening* conduzido no CPAO. Entretanto, é sabido que as médias estão inflacionadas pela interação clones x ambientes. Assim, é recomendável que, pelo menos os melhores clones identificados, sejam avaliados em condições ambientais contrastantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa Agropecuária Oeste pela concessão da área experimental e a Empresa Conflora Reflorestadora, pela cooperação na instalação, condução e avaliação dos experimentos.

Referências

- Kageyama PY and Vencovsky R (1983) Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Revista IPEF** **24**, 09-26.
- Ferreira M (1979) Escolha de Espécies de Eucalipto. **Circular Técnica IPEF** **47**: 1-30.
- Golfari L, Caser RL, Moura VP (1978) **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Brasília, PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, 66p. (Série Técnica 11).
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo). Informações sobre madeiras. Disponível em <http://www.ipt.br/informacoes_madeiras2.php>. Consulta em 08 de maio de 2013.
- Resende MDV (2007a) **Software SELEGEN – REML/BLUP: Sistema estatístico e seleção computadorizada via modelos lineares mistos**. Embrapa Florestas, Colombo, 359p.
- Resende MDV (2007b) **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Embrapa Florestas, Colombo, 561p.
- Scanavaca Júnior L. **Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria**. 108 p. Dissertação (Mestrado e Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2001.