

ESTRATÉGIA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE *Eucalyptus* NA EMBRAPA

J. Y. Shimizu
Embrapa-Florestas
Colombo, PR - Brasil

O programa de pesquisa com eucalipto na Embrapa foi alicerçada nas informações geradas pela rede experimental do Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF), implementada através de um convênio entre o governo brasileiro e a UNDP-FAO, no início dos anos 70. Entre esses experimentos, constavam muitos ensaios exploratórios de introdução de espécies e procedências de eucaliptos, plantados em locais mais diversos, desde as adjacências de indústrias consumidoras de madeira, até locais onde não se tinha como tradição a cultura de florestas plantadas. Dada a necessidade de envolver um grande número de espécies, cada uma delas era representada por uma base genética restrita.

A partir de 1978, a Embrapa absorveu os trabalhos de pesquisa do PRODEPEF, tendo assumido a responsabilidade de desenvolver e coordenar as pesquisas com espécies florestais no Brasil. Nessa época, o cenário florestal brasileiro era caracterizado por uma elevada demanda de sementes melhoradas de eucalipto para reflorestamentos em diferentes regiões ecológicas, destinados a fornecer matéria-prima para atender a demandas diversificadas, desde indústrias de celulose e siderurgia a carvão vegetal, até lenha (combustível alternativo) para as indústrias de pequeno e médio portes e também para uso doméstico. O diagnóstico da situação florestal, na época, identificou uma baixa produtividade geral nos povoamentos comerciais de eucalipto e a falta de material genético base para se fazer o melhoramento genético.

Ficou, portanto, evidente que, na situação vigente da eucaliptocultura no Brasil, um programa de melhoramento genético deveria ser iniciado a partir da reintrodução das espécies de maior potencial, acrescentando uma gama maior de procedências e um número maior de famílias, visto que, em muitos casos, a baixa produtividade era decorrente do uso de espécies e procedências inadequadas, da depressão por endogamia e da heterogeneidade resultante de hibridações descontroladas. Algumas empresas já haviam tomado a iniciativa de buscar sementes nas origens, das espécies de valor comprovado para suas operações. No entanto, para atender o setor florestal do país como um todo (regiões de plantio e usos diversificados), a Embrapa elaborou uma lista de espécies prioritárias, bem como das procedências de maior potencial para coleta de sementes na Austrália. Essa decisão foi tomada após consultar um grupo de trabalho em melhoramento florestal, composto por pesquisadores de várias instituições de pesquisa, professores de universidades e representantes de empresas florestais.

No período de 1983-1984, um representante da Embrapa efetuou as coletas na Austrália, em parceria com o CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization). Foram coletadas sementes de onze espécies, consideradas de maior importância para a formação da base genética requerida pelo setor florestal:

E. camaldulensis
E. cloeziana
E. deanei
E. grandis
E. maculata
E. pellita

E. pilularis
E. resinifera
E. saligna
E. tereticornis
E. viminalis

Além dessas, foram incluídas outras de interesse específico como *E. dunnii*, *E. benthamii* e *E. badjensis* para regiões sujeitas a geadas e *E. urophylla* para a região tropical sujeita a déficit hídrico.

Os objetivos básicos desse trabalho são:

- a) para cada espécie, promover recombinações entre indivíduos de procedências distintas, a fim de maximizar a variabilidade genética e obter gerações com maior capacidade de adaptação às diversas condições ecológicas do Brasil, bem como maior produtividade e melhor qualidade da madeira;
- b) coletar e manter em um Banco de Sementes, o material genético representativo de cada população original, ou das resultantes de recombinações, submetidos às pressões seletivas locais em cada geração, a fim de possibilitar a implementação de programas de melhoramento em gerações avançadas;
- c) proporcionar às instituições parceiras, a oportunidade de selecionar indivíduos de alto valor genético para serem incorporados aos seus respectivos programas de melhoramento e de plantios operacionais.
- d) Executar estudos de fisiologia e biologia reprodutiva para apoio aos trabalhos de propagação vegetativa, hibridações e produção de semente.

Esse germoplasma foi plantado a partir de 1985, em parceria com 30 empresas privadas, universidades e instituições de pesquisa florestal, em uma rede de testes combinados de procedência e progênie (TC), bancos ativos de conservação de germoplasma (BC) e áreas de produção de semente (APS) distribuídos por 64 municípios, em 9 Estados da Federação (Tabela 1).

O TC é constituído de um número variado de procedências e famílias em cada procedência. Ele tem como objetivo fornecer informações para a estimação de valores genéticos, a transformação em pomar de semente por mudas e constituir a população base para a próxima geração de melhoramento. O plantio, no campo, seguiu o delimitamento de blocos de famílias compactas (hierárquico), com seis plantas por parcela, 10 repetições e espaçamentos de 3 m x 2 m. A partir do sexto ano de idade, foram selecionadas 60 árvores em cada TC, com base em valores genéticos avaliado aos cinco anos. Após a marcação das árvores selecionadas, foram feitos desbastes seletivos dentro de parcelas, transformando os TC em Pomares de Sementes por Mudas. Sementes serão colhidas dessas 60 árvores para compor a próxima geração de População Base de cada espécie.

Cada BC foi formado com progênies de árvores amostradas em uma população (procedência) original, com o objetivo de manter a característica genética dessa população ao longo das gerações. No entanto, em alguns casos, pares de procedências geograficamente próximas foram plantados em mistura no mesmo BC para otimizar o uso do espaço e aumentar a base genética. O plantio no campo seguiu o delineamento de blocos casualizados com parcelas de uma planta, espaçamento de 4 m x 4 m e até 100 repetições.

Tabela 1. Testes combinados, bancos de germoplasma e áreas de produção de semente de eucalipto da rede experimental da Embrapa.

Espécies	TC	BC	APS	Total
<i>badjensis</i>	1	1		1
<i>benthamii</i>			1	1
<i>camaldulensis</i>	4	6		10
<i>cloeziana</i>	6	9		15
<i>deanei</i>	2	2		4
<i>dunnii</i>	2	1		3
<i>grandis</i>	8	12		20
<i>maculata</i>	4	7		11
<i>pellita</i>	18	3		21
<i>pilularis</i>	13			13
<i>resinifera</i>	16	1		17
<i>saligna</i>	9	20		29
<i>tereticornis</i>	9	3		12
<i>urophylla</i>	3	2		5
<i>viminalis</i>	7	8	1	16
Total	102 (57,9%)	70 (39,8%)	4 (2,3%)	176 (100%)

As APS foram formadas com misturas de sementes de várias progênies, nos moldes dos plantios comerciais mas, submetidos a vários desbastes seletivos, a partir de idades juvenis. O objetivo desse tipo de manejo é de eliminar árvores de má qualidade e baixo vigor, estimulando, também, a produção de grande quantidade de sementes, o mais cedo possível, para atender a demanda imediata.

O valor genético do material reintroduzido pela Embrapa pode ser ilustrado pela avaliação do TC de *E. saligna*, em Itararé, aos 3 anos de idade. Tomando como termo de comparação os incrementos volumétricos das árvores produzidas com semente oriunda de várias APS de melhor qualidade disponível no local (materiais genéticos submetidos a pelo menos uma geração de seleção no local), usadas rotineiramente nos reflorestamentos, os materiais reintroduzidos pela Embrapa produziram, em média, 27,5% mais volume de madeira. Comparando-se casos específicos, a procedência de maior crescimento (Glen Innes, NSW) produziu 48% mais volume do que o material da APS de Capão Bonito e 66,7% mais do que o material da área de coleta de sementes de Itatinga (Ribeiro et al., 1990).

PESQUISAS ASSOCIADAS

1) PROPAGAÇÃO VEGETATIVA

Apesar da forma mais comum de propagação vegetativa de eucalipto, nos reflorestamentos comerciais, ser via enraizamento de estacas, a Embrapa tem dado maior ênfase ao processo de cultura de tecidos, dada a dificuldade de enraizamento que algumas espécies importantes como *E. dunnii* apresentam. Além disso, a cultura de tecidos proporciona um grande potencial de multiplicação dos genótipos desejados.

1.1 Multiplicação de brotações

Entre as espécies estudadas, ficou evidente a necessidade de acrescentar BAP e ANA ao meio de cultura para aumentar o número de brotos a partir de um único explante (Tabela 2).

1.2 Alongamento

Cada espécie apresenta requisitos diferenciados quanto às condições de cultura para a promoção do alongamento dos brotos. A Tabela 3 resume os resultados obtidos em diferentes estudos. Como os procedimentos de avaliação diferiram entre os experimentos, foram incluídos somente os tratamentos que proporcionaram os maiores êxitos de cada estudo. A aparente inexistência de uma composição satisfatória, que possa ser generalizada para as diferentes espécies, mostrou a necessidade de se determinar as composições ideais para cada espécie.

Tabela 2. Composições dos meios de cultura testadas para a multiplicação de brotos de eucalipto em micropropagação.

Espécies	BAP (mg/l)	IBA (mg/l)	ANA (mg/l)	broto/ explante(n)
<i>dunnii</i>	0,5	0,1	-	10
<i>dunnii</i> x	0,5	-	-	8
<i>viminalis</i>	0,2	-	0,5	5
<i>citriodora</i>	-	-	0,1	25
<i>tereticornis</i>	0,5	-	0,1	2,6

Fontes: Fantini & Graça (1988); Graça & Mendes (1988); Herrera-Pinedo (1989); Wiecheteck et al. (1991).

1.3 Enraizamento

À semelhança do processo de alongamento, cada espécie mostra requisitos específicos para o enraizamento (Tabela 4). *E. dunnii* é considerado difícil de ser enraizado mas os presentes dados sugerem que o produto do seu cruzamento com outra espécie (possivelmente *E. grandis* ou *E.*

saligna) aumenta a sua capacidade de enraizar. Por outro lado, *E. tereticornis* é muito fácil de ser enraizado.

Tabela 3. Composições dos meios de cultura que proporcionaram os maiores alongamentos dos brotos para cada espécie de eucalipto em micropropagação.

Espécie	MS form.	CA g/l	GA3 mg/l	BAP mg/l	IBA mg/l	AIA mg/l	ANA mg/l	mm/d
<i>dunnii</i>	1/2	-	-	0,1	0,01	-	-	8/15
<i>dunnii</i> x	1	5	0,1	0,05	0,05	-	-	12/60
<i>viminalis</i>	1	15	-	-	-	0,01	-	18/30
<i>citriodora</i>	-	-	-	0,5	-	-	-	a
<i>tereticornis</i>	-	-	-	0,5	-	-	0,1	b

a = 12,2 % de brotos > 20mm/30 dias; b = 6,8 % de brotos > 20mm/30 dias.

Fontes: Fantini & Graça (1988); Graça & Mendes (1988); Herrera-Pinedo (1989); Wiecheteck et al. (1991).

Tabela 4. Composições dos meios de cultura testadas para promover o enraizamento dos brotos de eucalipto em micropropagação.

Espécie	IBAmg/l	ANA mg/l	KNOPPform.	MSform.	enraiz.%
<i>dunnii</i>	1,0	-	-	-	60,0
<i>dunnii</i> x	1,0	-	1	-	82,0
<i>viminalis</i>	0,5	-	-	1/2	66,7
<i>citriodora</i>	0,5	-	-	-	86,7
<i>tereticornis</i>	-	0,5	-	-	100,0

Fontes: Fantini & Graça (1988); Graça & Mendes (1988); Herrera-Pinedo (1989); Wiecheteck et al. (1991).

2) MANEJO DE PÓLEN

Um dos grandes problemas relacionados com a estratégia de produção de híbridos de eucalipto reside nas diferenças nos períodos de florescimento entre espécies. Para que o pólen de uma determinada espécie esteja disponível em boas condições, quando a árvore mãe estiver em fase receptiva, é necessário coletar esses pólenes e armazená-los até a época adequada para os cruzamentos. Essa estratégia requer, portanto, a definição de métodos que permitam monitorar a viabilidade dos pólenes submetidos a diferentes condições e tempo de armazenamento. Os ensaios feitos até o momento visam solucionar esse primeiro passo para as espécies de maior demanda atual (combinações de espécies que proporcionem rápido crescimento e alta capacidade de enraizamento de estacas).

Entre os meios de cultura normalmente utilizados na germinação de pólen, foram enfatizados os que mais se tem usado em espécies florestais (Tabela 5). Para as espécies testadas, o meio de

cultura mais satisfatório foi o de Brewbaker & Kwack ajustado que proporcionou os maiores percentuais de germinação (Tabela 6), bem como os maiores crescimentos do tubo polínico (Tabela 7). Ficou evidente, também, a diferença entre espécies nas variáveis avaliadas.

Tabela 5. Percentuais dos componentes nos meios de cultura testados na germinação do pólen de *Eucalyptus*.

Composição	Ágar	Brewbaker & Kwack	Brewbaker & kwack ajustado
Ágar	0,80	0,80	0,80
Sacarose	30,00	10,00	30,00
Nitrato de cálcio		0,03	0,03
Nitrato de potássio		0,01	0,01
Sulfato de magnésio		0,01	0,01
Ácido bórico		0,01	0,01

Fontes: Sousa (1988); Sousa-Lang & Pinto Júnior (1997).

Tabela 6. Percentagem de germinação de pólen em cada meio de cultura

Espécie	Sacarose 30%	Brewbaker & Kwack	Brewbaker & Kwack ajustado
<i>grandis</i>	19,1	1,1	26,9
<i>urophylla</i>	27,4	9,0	40,3
<i>robusta</i>	25,3	8,5	35,8

Fontes: Sousa (1988); Sousa-Lang & Pinto Júnior (1997).

Tabela 7. Comprimento do tubo polínico(□) após 24h de incubação nos meios de cultura testados.

Espécies	Meios de Cultura	
	Brewbaker & Kwack ajustado	Ágar e sacarose
<i>urophylla</i>	329	175
<i>robusta</i>	298	163
<i>grandis</i>	235	157

Fontes: Sousa (1988); Sousa-Lang & Pinto Júnior (1997).

3) PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS

Objetivo:

Combinar características de crescimento, qualidade da madeira, resistência ao frio e capacidade de enraizamento de estacas para reflorestamento na região sul.

Espécies potenciais para as combinações:

<i>E. badjensis</i>	<i>E. grandis</i>
<i>E. benthamii</i>	<i>E. robusta</i>
<i>E. dunnii</i>	<i>E. urophylla</i>
<i>E. globulus</i>	<i>E. viminalis</i>

4) QUALIDADE DA MADEIRA

Objetivo:

Desenvolver material genético menos propenso ao rachamento de topo para produção de madeira serrada. As espécies visadas nesse sentido são:

<i>E. pilularis</i>	<i>E. cloeziana</i>
<i>E. grandis</i>	<i>E. saligna</i>
<i>E. dunnii</i>	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FANTINI, M. Jr.; GRAÇA, M. E. C. A micropropagation system for *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus* sp. Ann. Sci. For. 46 suppl. p.136s - 139s, 1988.
- GRAÇA, M. E. C. & MENDES, S. Micropropagation of *Eucalyptus dunnii* Maid. Ann. Sci. For. 46 suppl. p.140s - 144s, 1988.
- HERRERA PINEDO, D. N. Micropropagação de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus tereticornis*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 1989, 63 p.
- RIBEIRO, F. A.; ZANI FILHO, J.; STAPE, J. L. Comportamento silvicultural de procedências de *Eucalyptus saligna* Smith na região sul do Estado de São Paulo. 6o Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão, 22-27/setembro de 1990, v. 3, p.410-414.
- SOUSA-LANG, V. A.; PINTO JÚNIOR. Influência do meio de cultura na germinação do pólen de três espécies de *Eucalyptus*. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.34, p.45-54, 1997.
- SOUSA, V. A. Manejo e viabilidade do pólen de *Eucalyptus* spp. Piracicaba, 1988. 155p. (Tese de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP).
- WIECHETECK, M.S.S.; GRAÇA, M.E.C.; ARAUJO, A.J. Micropropagação de *Eucalyptus viminalis* a partir de material juvenil. III Congresso Florestal e do Meio Ambiente do Paraná, Curitiba, 8-11/Agosto/ 1991., v. 1, p. 219-234.