

Boletim

TÉCNICO SIF

Número 11 - Volume 02
Novembro 2022

Projeto Corymbia: Programa de desenvolvimento de genótipos superiores para indústria florestal

André Peixoto Lorenzoni, Glêison Augusto dos Santos e Alex Junior da Silva.

PROJETO CORYMBIA: PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE GE- NÓTIPOS SUPERIORES PARA INDÚSTRIA FLORESTAL

André Peixoto Lorenzoni^{1*}, Glêison Augusto dos Santos² and Alex Junior da Silva¹

¹ Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <andre.lorenzoni@ufv.br> and <alex.j.junior@ufv.br>.

² Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <gleison@ufv.br>.

*Corresponding author.

RESUMO – O gênero *Corymbia*, conhecido por sua madeira de alta densidade básica, tolerância ao déficit hídrico e resistência a pragas, emerge como uma promissora alternativa ao *Eucalyptus* para diversas aplicações industriais. O Projeto Corymbia, uma colaboração entre 21 empresas do setor florestal e a Universidade Federal de Viçosa, tem como objetivo desenvolver clones de *Corymbia* para a produção de matéria-prima com maior rendimento e eficiência. Destacamos melhorias na produção de sementes, operacionalização do estufim automatizado, padrões de miniestaca e manejo de casa de vegetação na produção de mudas clonais de *Corymbia*. Os resultados indicam que é possível a seleção de clones mais produtivos e adaptados, representando avanços significativos no melhoramento genético de *Corymbia* e seu potencial na indústria florestal brasileira.

Palavras-Chave: Melhoramento genético; progênies híbridas; miniestaquia; clones

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Corymbia*, pertencente à família Myrtaceae, compreende cerca de 113 espécies originárias da Austrália, Papua-Nova Guiné e Tasmânia (HILL & JOHNSON, 1995). Esse gênero tem alto potencial de estar cada vez mais presente no setor florestal brasileiro, o que se deve a sua madeira de alta densidade básica (Db), tolerância ao déficit hídrico, e tolerância a pragas e doenças, principalmente por ocupar poucas áreas e ser um gênero relativamente novo no Brasil (ABREU, et al., 2015; ASSIS, 2014; FLORES et al., 2016).

O gênero *Corymbia* é de grande interesse e importância, pois com $Db > 800 \text{ kg/m}^3$, há um maior rendimento gravimétrico para produção de carvão, e menor consumo específico de madeira para celulose, quando comparado aos híbridos de eucalipto mais plantados no Brasil usados para essas finalidades (COUTO, et al., 2015; MORA & GARCIA, 2000). Atualmente, o clone AEC 0144 (*Eucalyptus urophylla* - híbrido espontâneo) é o material genético mais plantado no Brasil do gênero *Eucalyptus*, e possui $Db = 440 \text{ kg/m}^3$ (BRASIL, 2024). Comparativamente, indivíduos de *C. citriodora* podem atingir $Db = 840 \text{ kg/m}^3$ e em materiais híbridos, como *C. torelliana* x *C. citriodora*, a Db pode atingir 660 kg/m^3 . Esses valores representam o grande potencial de ganhos com seleção genética ao utilizar diferentes materiais de *Corymbia*, dentro de programas de melhoramento florestal (GARCIA et al., 2014).

O melhoramento genético de *Corymbia* é ainda incipiente comparado ao de *Eucalyptus*, o que implica que estudos voltados para a propagação vegetativa podem ser conduzidos dentro dos programas de melhoramento, uma vez que essas espécies apresentam limitações na produção de mudas (REIS, et al., 2014). Os gargalos relacionados à utilização de *Corymbia* na indústria florestal são a baixa capacidade de enraizamento (que limita a escala operacional de mudas) e a presença de bolsas de kino (exsudatos resultantes do metabolismo secundário) presentes na madeira, o que dificulta o processo de polpação e branqueamento da pasta celulósica (DAMACENA, 2019). A clonagem via miniestaquia é limitada basicamente pelo baixo potencial de enraizamento das espécies desse gênero, variando de 10-30% (BAKER & WALKER, 2005; REIS et al.,

2014). Assim, estratégias de melhoramento genético são fundamentais, uma vez que o conhecimento das características das espécies puras do gênero *Corymbia* e a escolha dos melhores genitores para formação de híbridos melhorados, através da hibridação controlada, são ferramentas indispensáveis para um programa de melhoramento genético florestal, criando híbridos superiores (ASSIS, 2014).

1.1. O PROJETO COOPERATIVO CORYMBIA

O Projeto *Corymbia* – Desenvolvimento de Genótipos de *Corymbia* para Indústria Florestal é um projeto cooperativo entre 21 grandes empresas do setor florestal, a Universidade Federal de Viçosa e com financiamento EMBRAPA, visando o desenvolvimento de clones de *Corymbia* em diferentes ambientes. Dessa forma, o projeto abrange áreas de todas as empresas participantes; que estão distribuídas em grande parte do território nacional; para produção de chapas, energia, carvão e celulose com produtividade em volume de madeira e consumo específico melhores do que os atuais materiais no mercado.

As empresas participantes do projeto são a AVB – Aço Verde do Brasil S/A, Anglo American, Arauco Forest Brasil S.A., Bracell Bahia Florestal Ltda., CENIBRA – Celulose Nipo-brasileira S/A, CMPC Celulose Riograndense Ltda., Eldorado Brasil Celulose S/A, Ferbasa – Cia. de Ferro Ligas da Bahia, Gerdau Aços Longos S/A, Maringá Ferro-Liga S.A., Metalsider Ltda., Norflor Empreendimentos Florestais S.A., Palmyra do Brasil Indústria e Comércio de Silício Metálico e Recursos Naturais Ltda., Placas do Brasil S/A, Plantar Empreendimentos e Produtos Florestais Ltda., Saint-Gobain Pam Bioenergia Ltda., Sinobras Florestal Ltda., Suzano S.A., Vallourec Florestal Ltda., Veracel Celulose S.A. e YVY Empreendimento e Participações S/A.

2. ESTRUTURA DO PROGRAMA

2.1. POMAR DE HIBRIDAÇÃO

O pomar de hibridação é a área destinada a realizar os cruzamentos controlados de espécies puras e híbridos de *Corymbia* buscando o desenvolvimento de materiais genéticos superiores.

Após a seleção dos cruzamentos de interesse, a técnica utilizada para realizar a polinização das matrizes foi a protoginia artificialmente induzida (PAI) (Figura 1), o que possibilita produção de maiores quantidades de sementes por cruzamento sem a necessidade de emasculação ou isolamento dos botões florais (FONSECA et al., 2010).



Figura 1 - Polinização controlada de botões florais de Corymbia, utilizando a técnica PAI.

A fertilização adequada das matrizes no início da floração busca melhorar o aproveitamento do processo de polinização controlada. Foi realizada intervenção nutricional desenvolvida pelo Departamento de Engenharia Florestal/UFV em parceria com o Departamento de Solos/UFV visando menor taxa de aborto dos botões florais entre a aplicação da técnica PAI e a coleta de sementes melhoradas.

Foram realizados os cruzamentos controlados no pomar de hibridação, utilizando espécies puras e híbridas de interesse buscando novos materiais genéticos superiores de Corymbia.

Para aumentar a produção de sementes melhoradas e evitar o abortamento dos botões florais, foi realizada a fertilização desenvolvida no projeto, aplicada assim que as matrizes iniciam a floração. O período de maturação dos botões florais até a aplicação da técnica PAI foi em média de 118 dias, e depois da aplicação da técnica até a coleta das sementes, foi em média de 123 dias. A taxa de aproveitamento alcançou 50,6%.



Figura 2 - Pomar de hibridação do Projeto Corymbia.

2.2. MINIJARDIM CLONAL

Para a formação do minijardim clonal do programa, foram utilizados 480 clones de 85 progênies, sendo os cruzamentos selecionados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Híbridos utilizados na formação do minijardim clonal

Cruzamentos	Número de clones
<i>C. citriodora</i> x <i>C. torelliana</i>	192
<i>C. variegata</i> x <i>C. torelliana</i>	192
<i>C. torelliana</i> x <i>C. citriodora</i>	46
<i>C. torelliana</i> x <i>C. variegata</i>	50

A metodologia escolhida para a formação do minijardim clonal foi a clonagem individual de progênies. Essa estratégia de seleção precoce permite avaliar os genótipos quanto ao seu desempenho no viveiro antes do teste de progênies. Na instalação do minijardim, uma única minicepa de cada cruzamento é propagada vegetativamente para formar as demais matrizes. Essa abordagem permite classificar os clones quanto a capacidade de enraizamento, assim possibilitando excluir genótipos que tenham baixo aproveitamento e que apresentariam dificuldades para serem produzidos em escala comercial. Além da taxa de enraizamento, os genótipos podem ser classificados também quanto a outros parâmetros

operacionais como produtividade de miniestacas, e tolerância a pragas e doenças. A vantagem de se utilizar essa técnica é o ganho de tempo no ciclo de melhoramento em detrimento de perda de acurácia na seleção dos indivíduos.



Figura 3 - Divisão do minijardim clonal do Projeto Corymbia, com os diferentes cruzamentos adotados.

Além disso, foi utilizado estufim automatizado para recobrir um dos canaletões do minijardim clonal, em materiais com baixa taxa de enraizamento (menor do que 30%), buscando aumentar o enraizamento, a produtividade de miniestacas e principalmente o controle do fungo *Oidium* spp., tornando então possível a propagação clonal de materiais muito susceptíveis aos danos causados por esse patógeno.

O manejo adequado do estufim automatizado

proporcionou controle efetivo de *Oidium* spp., resultando em um ganho médio de produtividade de miniestacas de 87,5%. Observou-se um aumento na média de sobrevivência em casa de vegetação, de 50% para 68%, e na taxa média de enraizamento em casa de sombra, de 28% para 42%. É importante destacar que o estufim automatizado foi instalado em um dos canaletões onde os níveis de enraizamento eram os mais baixos.



Figura 4 - Estufim automatizado recobrendo o canaletão do minijardim clonal com materiais que apresentam baixas taxas de enraizamento.

2.3. PADRÃO DE MINIESTACAS

Após a realização de testes de enraizamento, o tamanho de miniestacas que apresentou melhor resultado para *Corymbia* foram propágulos de 12 a 18 cm de comprimento, sendo adotado como padrão miniestacas com tamanho de 15 cm. Foi realizada também a redução foliar, a fim de evitar o chamado “efeito guarda-chuva”, sendo realizada no formato árvore de natal. Além disso, foi adotado o corte em bisel na base da miniestaca para evitar a oxidação, muito comum na propagação vegetativa a partir da miniestaca de *Corymbia* e que prejudica o enraizamento adventício. Isso resultou em um aumento significativo no enraizamento na saída da casa de sombra, de 44,1% para 62,4%, em 78 clones avaliados.



Figura 5 - Padrão de miniestaca de Corymbia, com redução foliar no formato árvore de natal e corte em bisel da base do propágulo.



Figura 6 - Miniestacas de Corymbia em casa de vegetação para enraizamento.

2.4. MANEJO DE CASA DE VEGETAÇÃO

Para garantir um ambiente adequado para o enraizamento das miniestacas, o manejo da casa de vegetação precisa ser adequado de acordo com as exigências do gênero *Corymbia*. A umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação foi mantida acima de 80% através de sistema de nebulização automatizado e temperatura máxima de 38°C, utilizando exaustores ou janela zenital para resfriamento da estrutura. A lâmina de água variou de acordo com a sazonalidade, sendo adotada a faixa de 3 a 4 litros/m²/dia no inverno e de 5 a 7 litros/m²/dia no verão. Além disso, foram realizadas limpezas periódicas da estrutura para evitar contaminação por pragas e doenças e instalação de armadilhas adesivas para controle da mosca-do-viveiro.

2.5. PRODUÇÃO DE MUDAS

A produção de mudas de *Corymbia* a partir das sementes melhoradas produzidas no pomar de hibridação, apresentaram taxa de germinação de 98%. Essas mudas foram utilizadas para compor o minijardim clonal e também enviadas às empresas participantes do projeto para instalação dos testes de progênies em campo.

Após a produção das mudas seminais, foram selecionados os clones para integrar o minijardim clonal e esses foram plantados nos cinco canaletões do projeto. A partir das primeiras minicepas de cada clone, foram produzidas mudas clonais, para que através da clonagem individual de progênies, fosse possível completar o minijardim e posteriormente produzir mudas clonais para serem enviadas para cada empresa participante do projeto para instalação dos testes clonais em campo.



Figura 7 - Mudanças selecionadas para plantio e instalação dos testes em campo.

2.6. PROTOCOLO OPERACIONAL

Foi desenvolvido protocolo operacional padrão de produção de mudas clonais e seminais de *Corymbia*, incluindo manejo do minijardim clonal, manejo de casa de vegetação, recomendações nutricionais, manejo de pragas e doenças, padrão de miniestacas, semeio, repicagem e manejo hídrico. Além disso, a equipe técnica do Projeto Corymbia auxiliou na transferência de tecnologia, para que o protocolo pudesse ser aplicado operacionalmente nas empresas participantes do projeto.

Com a aplicação do protocolo desenvolvido foi possível aumentar o enraizamento na saída da casa de sombra, de 44,9% para 68,3% para todos os 480 clones presentes no minijardim clonal. É importante ressaltar também que os 20 melhores clones obtiveram taxas de enraizamento maiores do que 95%, resultados muito promissores visto o baixo enraizamento normalmente observado nas espécies de *Corymbia*.

3. PERSPECTIVAS DO PROJETO CORYMBIA

3.1. TESTES DE PROGÊNIES

Foram instalados testes de progênies nas áreas de cada empresa participante do projeto, abrangendo grande parte do território nacional, do Pará ao Rio Grande do Sul. As mudas utilizadas na implantação dos testes foram obtidas através de sementes produzidas nos cruzamentos controlados realizados no pomar de hibridação e também de coleta em campo de materiais superiores devidamente selecionados.

Os testes de progênies foram instalados com delineamento em blocos casualizados e arranjo single tree plot (STP).



Figura 8 - Teste de progênies, 5 meses após plantio, em Alagoínhas/BA.

3.2. TESTES CLONAIIS

A partir dos resultados obtidos nos testes de progênies, depois de realizados inventários para avaliar incremento médio anual volumétrico, serão selecionados, utilizando o software Selegen -REML/BLUP, os melhores materiais no ranking e resgatados para devida propagação e produção de mudas para instalação dos testes clonais. Serão instalados testes clonais em todas as áreas de cada empresa participante do projeto.

3.3. INSTALAÇÃO DE TESTES EM CAMPO

As mudas produzidas foram enviadas para todas as empresas participantes do projeto, juntamente com

as informações dos híbridos, espécies envolvidas na hibridação, croqui do plantio com orientações de espaçamento, piquetes e bordaduras. Além disso, caso necessário, a equipe técnica do Projeto Corymbia presta assistência presencial na etapa de plantio em todas as áreas das empresas envolvidas.

4. CONCLUSÕES

Avanços significativos na produção de mudas de Corymbia foram alcançados através da implementação de técnicas inovadoras e protocolos operacionais eficientes. Através de cruzamentos controlados e o uso do estufim automatizado, foram alcançadas melhorias substanciais na qualidade das sementes e na taxa de enraizamento das miniestacas.

Com os resultados dos testes de progênies e posteriormente dos testes clonais, espera-se que sejam selecionados clones de Corymbia comerciais e mais produtivos em volume de madeira por unidade de área plantada, mais adaptados as diversas regiões de plantio e livres de kino ou gomose.

5. REFERÊNCIAS

Abreu, M.C.; Martins, F.B.; Freitas, C.H. de; Pereira, R.A. de A.; Melloni, E.G.P. Valores limítrofes para transpiração, desenvolvimento e crescimento de Corymbia citriodora (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson em resposta à deficiência hídrica no solo. Revista Árvore, v.39, p.841-852, 2015.

Assis, T.F. Melhoramento genético de Eucalyptus: desafios e perspectivas. Nova Lima: Embrapa Florestas, 2014. 22p.

Baker, A., Walker, S.M. Assessment of the relative amenability to vegetative propagation by leafy cuttings of 14 tropical and subtropical Eucalyptus and Corymbia species. In: Plantation technology in tropical forest science. Springer, Tokyo, 2005.

Brasil. 2024. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares: Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat>

agricultura.gov.br/agrostat

Couto, A.M.; Trugilho, P.F.; Napoli, A. Lima, J.T.; Silva, J.R. M.; Protásio, T.P. Qualidade do carvão vegetal de Eucalyptus e Corymbia produzido em diferentes temperaturas finais de carbonização. Scientia Forestalis, v. 43, n. 108, p. 817-831, 2015.

Damacena, M.B. Melhoramento para redução de Kino em clones híbridos de Corymbia sp. e Eucalyptus sp. 86 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2019.

Flores, T.B.; Alvares, C.A.; Souza, V.C.; Stape, J.L. Eucalyptus no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação. Piracicaba: IPEF, 2016.

Fonseca, S.M.; Resende, M.D.V.; Alfenas, A.C.; Guimarães, L.M.S.; Assis, T.F.; Grattapaglia, D. Manual prático de melhoramento genético de eucalipto. Viçosa, MG: Editora UFV, 200 p. 2010.

Garcia, R.A.; Oliveira, N.S.; Nascimento, A.M.; Souza, N.D. Colorimetria de madeiras dos gêneros Eucalyptus e Corymbia e sua correlação com a densidade. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Seropédica, RJ, Brasil. CERNE 20 (4). dez 2014.

Hill, K.D.; Johnson, L.A.S. Systematic studies in the Eucalyptus 7: a revision of the bloodwoods, genus Corymbia (Myrtaceae). Telopea, Sydney, v. 6, p. 173-505, 1995.

Mora, A.L.; Garcia, C.H.A. Cultura do Eucalipto no Brasil. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 112 p, 2000.

Reis, C.A.F.; Assis, T.F.; Santos, A.M.; Paludzysyn, E.F. Corymbia torelliana: estado da arte de pesquisas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas 261:50, 2014.