



34

**Potencialidades e desafios
para o melhoramento
genético de eucaliptos aos
sistemas de integração
lavoura-pecuária-floresta
(ILPF)**

Cristiane Aparecida Fioravante Reis
Alisson Moura Santos
Abílio Rodrigues Pacheco

Introdução

O histórico da silvicultura brasileira é marcado pelo grande sucesso obtido no desenvolvimento de tecnologias eficientes para o cultivo de eucaliptos, com elevada produtividade volumétrica de madeira e menor custo de produção, quando comparado com outras espécies florestais (Ferreira; Santos, 1997; Foelkel, 2007; IBÁ, 2017). Os cultivos de eucalipto têm sido realizados nas mais variadas condições ambientais, o que denota a grande adaptação das espécies utilizadas. Entretanto, novos desafios têm surgido a partir das demandas requeridas pelo mercado consumidor, tal como os cultivos sob sistemas de produção, cada vez mais eficientes, no uso dos recursos naturais, com baixo impacto ao ambiente e com geração de produtos em quantidade, qualidade e constância necessárias ao mercado consumidor.

Nesse sentido, tem ocorrido o aumento no cultivo de espécies florestais, especialmente do eucalipto, sob sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em números, 2016, 2017). Esse sistema consiste em um modelo de exploração agrícola que possibilita integrar, no mesmo espaço e, ou no tempo, componentes agrícolas, animais, arbóreos e forrageiros (Hendrickson et al., 2008; Balbino et al., 2011, 2012; Barcellos et al., 2011). O cultivo sob esses sistemas é reconhecido como uma estratégia sustentável por promover a intensificação do uso do solo e a diversificação de renda, dentre outras vantagens. Nesse cenário, o componente arbóreo deve gerar, no médio e longo prazos, dependendo dos anseios do produtor, do arranjo adotado e do mercado consumidor regional, madeira para as mais diferentes finalidades, como lenha, carvão vegetal, produtos de madeira tratada, serrados e produtos não madeiráveis como óleos essenciais, mel e própolis.

A partir desse modelo de cultivo surgem novos desafios aos pesquisadores e aos produtores rurais. Pelo fato desses sistemas contemplarem cultivos de vários componentes, distribuídos no mesmo espaço e, ou no tempo, são requeridas estratégias de manejo e avaliações que possibilitem o entendimento da dinâmica do desenvolvimento de cada componente e de suas inter-relações. As análises passam a ser realizadas de forma integrada e não isolada, de modo a compreender o efeito que um componente exerce sobre o outro, com obtenção de um entendimento global do sistema.

Os estudos que envolvem o melhoramento genético de eucalipto nesses sistemas ainda são escassos, mesmo no Brasil, que se destaca mundialmente pelo estabelecimento, em larga escala, de monocultivos com clones de elevado desempenho (*plus* ou elites) de algumas espécies como *E. urophylla*, *E. grandis* e seus híbridos interespecíficos (dentre outras espécies ainda usadas em menor escala). Esses clones possuem considerável grau de melhoramento genético (obtido nas últimas décadas) e que permitem a obtenção de elevada produtividade de madeira, em ciclos de curta rotação e com geração de produtos de elevado padrão de qualidade. É importante destacar que, nos últimos anos, tem aumentado o interesse das grandes empresas

produtoras de eucalipto pela ampliação do número de espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* (ex-*Eucalyptus*) a serem utilizadas nos plantios, sendo o uso de algumas dessas “novas” espécies calcado, quando possível, na geração de híbridos interespecíficos com clones de elevado desempenho, como *E. urophylla*, *E. grandis* ou *E. urophylla* x *E. grandis* (Assis, 2014; Assis et al., 2015).

Esse é um aspecto relevante, pois os melhoristas estão sempre interessados em fixar grande número de alelos favoráveis nas características de interesse comercial desses clones. Como, em geral, está envolvida grande quantidade de genes (de pequeno efeito e muito influenciados pelo ambiente) no controle genético das principais características (quantitativas ou poligênicas) consideradas nos programas de melhoramento genético de eucalipto (diâmetro, altura, volume de madeira, dentre outras), esses programas têm sido conduzidos via seleção recorrente (Hallauer, 1986; Ramalho, 1993; Resende et al., 2005). A seleção recorrente consiste em um processo cíclico de melhoramento que envolve a obtenção de progênies, avaliação e intercruzamento das melhores árvores, com aumento progressivo da média da característica de interesse e, ao mesmo tempo, a manutenção da variabilidade genética indispensável para a garantia de ganhos futuros com o avanço das gerações (Hallauer, 1986; Ramalho, 1993; Resende et al., 2005). A partir da execução desses ciclos sucessivos de melhoramento, vão se acumulando alelos favoráveis nas características de interesse nos germoplasmas em desenvolvimento (sementes e clones), que se expressam, por exemplo, na obtenção de elevada produtividade da madeira na cultivar utilizada pelo produtor. Ao mesmo tempo, essa cultivar é também usada nas polinizações controladas dentro do programa de melhoramento, para avanço de gerações, seleção e obtenção de novas cultivares ainda mais produtivas.

Essa abordagem se faz necessária no contexto dos sistemas de integração com eucalipto, pois, na medida do possível, o maior número de clones *plus* utilizados nos monocultivos comerciais do Brasil podem ser testados nesses sistemas e os melhores clones aproveitados também nos programas de cruzamentos de melhoramento genético para sistemas de integração. Não se pode desprezar o grande avanço genético obtido até o momento (alelos favoráveis fixados nesses clones), ainda que gerados para condições de monocultivos. Isso não significa que se deva desprezar novas fontes de alelos favoráveis encontradas em outras espécies ainda não usadas ou pouco usadas. A variabilidade genética é sempre bem-vinda, mas deve ser direcionada aos interesses do programa de melhoramento genético.

Em levantamento dos materiais genéticos mais utilizados em sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta, conduzidos pela Embrapa e parceiros, nas regiões Centro-Oeste e Norte, observa-se uma predominância de clones comerciais da espécie *Eucalyptus urophylla* ou que apresenta essa espécie em sua composição interespecífica, em decorrência de sua adaptação às condições ambientais típicas do Cerrado. De forma geral, esses clones têm apresentado boa produção de madeira nas diferentes

localidades testadas, embora tenham sido selecionados originalmente para uso em monocultivos.

Vale frisar que, como as culturas anuais e forrageiras são adubadas a cada ciclo ou a cada ano, respectivamente, observa-se que, quando um clone de eucalipto está bem adaptado ao local de cultivo, a produtividade média de madeira em sistemas de integração tem sido superior à produtividade média nacional de monocultivos, mesmo com o número de árvores por hectare inferior aquele usado nos monocultivos, pois o clone também se beneficia das adubações realizadas nas demais culturas do sistema (Nicoli et al., 2017). Além disso, o fato de um clone ser plantado em maiores espaçamentos nesses sistemas, em relação aqueles utilizados nos monocultivos, contribui para que haja uma menor competição entre plantas e deve, também, contribuir para o aumento da produtividade.

Entretanto, mesmo que os sistemas de integração possam proporcionar maior área por árvore, isso não se torna sinônimo de produção de madeira de qualidade ou livre de problemas. Um problema já relatado, em algumas árvores plantadas nesses sistemas, é a presença de excentricidade da medula, a qual pode produzir uma forma elíptica notada na amostragem de discos de madeira retirados do caule (dependendo dos níveis de competição na linha e na entrelinha/entre renques) (Radomski; Ribaski, 2010). As árvores de eucaliptos podem apresentar altos níveis de tensão de crescimento, as quais estão também correlacionadas com a excentricidade da medula (Trugilho et al., 2004; Radomski; Ribaski, 2010). Essas tensões são esforços mecânicos gerados durante o crescimento da árvore e que ajudam a manter o equilíbrio da copa, em resposta a agentes ambientais (luz, vento e inclinação do terreno) e silviculturais (tipo de arranjo no sistema de integração, desbaste, poda e densidade de plantio) (Trugilho et al., 2004; Radomski; Ribaski, 2010). Quando as árvores são derrubadas e suas toras são desdobradas, as tensões de crescimento podem se manifestar rotineiramente, na prática, como rachaduras de tábuas e empenamentos, o que resultará em produto de má qualidade e com menor rendimento das toras no desdobra e no processamento em serrarias (Trugilho et al., 2004; Radomski; Ribaski, 2010). Assim, ações de melhoramento genético em conjunto com manejo silvicultural adequado se tornam relevantes, de modo a amenizar ou eliminar esses problemas.

O eucalipto, além de ser mais plantado em monocultivos, é também o componente arbóreo mais utilizado em sistemas de integração no território brasileiro. Isso ocorre em função das várias características que as árvores de eucaliptos possuem e que as aproximam do ideótipo almejado para esses sistemas (Salman et al., 2012; Porfirio-da-Silva, 2015). O eucalipto apresenta facilidade de produção das mudas, protocolo silvicultural bastante conhecido, aptidão para geração de produtos madeiráveis e não madeiráveis (exemplo: mel, própolis, óleos essenciais, dentre outros) de valor comercial, rápido crescimento, baixo ou nenhum potencial tóxico às culturas anuais e aos animais, boa tolerância ao fogo quando rasteiro, boa arquitetura de copa

e menor interferência desta sobre o pasto (quando bem manejado), fuste reto/colunar e longo (com altura mínima superior a 7 m quando adulto), madeira de fácil comercialização em boa parte do território nacional e, algumas de suas espécies, com capacidade de associação com micorrizas, a qual contribui para a fertilidade do solo e beneficia as demais culturas presentes no sistema.

Portanto, a estruturação de um programa de melhoramento genético de *Eucalyptus* e *Corymbia* (ex-*Eucalyptus*), visando à obtenção de cultivares específicas para sistemas de integração, deve levar em consideração todos esses aspectos, de forma a maximizar os ganhos tecnológicos obtidos até o momento no Brasil e, avançar para que os ganhos com o melhoramento específico para esses sistemas sejam também obtidos no futuro. Obviamente, a “cultivar dos sonhos”, totalmente livre de problemas não existe em cultura alguma, mas é justamente a função do melhoramento genético lapidar e fornecer a cultivar mais adequada possível aos usuários interessados.

A seguir são apresentadas outras informações pertinentes e que possam contribuir para o delineamento de uma eficiente estratégia de melhoramento de eucaliptos para sistemas de integração.

Definição do objetivo da seleção

A definição do produto a ser obtido com o melhoramento é realizada com base na demanda delineada por parte do mercado consumidor. Os cultivos de eucalipto têm sido realizados, em maior extensão no território brasileiro, com finalidade de produzir madeira para a produção de carvão vegetal; celulose e papel; para geração de energia, seja na forma de carvão vegetal, cavacos, lenha ou licor negro; para a fabricação de painéis de fibras de madeira e de produtos serrados; dentre outros usos (IBÁ, 2017). No contexto dos sistemas de integração, a definição do produto florestal a ser obtido depende não só do mercado consumidor, mas também da quantidade e da constância na oferta da madeira obtida, o que parece demonstrar que a particularidade desses sistemas deve melhor suprir as demandas de mercado para geração de energia, de madeira tratada e de produtos serrados.

Nota-se que os produtos e subprodutos obtidos a partir do eucalipto abrangem uma série de segmentos industriais. Dessa forma, é evidente que há uma série de propriedades tecnológicas da madeira específicas requeridas para cada tipo de indústria, de forma a garantir uma adequada oferta de matéria-prima, ou seja, que seja compatível com a finalidade a que se destina.

A finalidade da madeira irá definir também a (s) escolha (s) da (s) espécie (s) e, ou do (s) híbrido (s) interespecífico (s) de eucalipto (s) a ser (em) incorporado (s) e manejado (s) nos programas de melhoramento genético, bem como balizará todos os

manejos silviculturais conduzidos durante o ciclo de cultivo dentro do programa de melhoramento e, também, no plantio comercial.

Características de interesse no processo seletivo

Na seleção das melhores árvores, conforme já mencionado, é importante que sejam levadas em consideração características de crescimento, propriedades tecnológicas da madeira e de resistência/tolerância a fatores bióticos e abióticos (Fonseca et al., 2010). Em decorrência da seleção ser baseada em várias características, pode-se fazer uso de um índice de seleção para classificação e escolha das melhores árvores (Resende, 2002). Vale lembrar que quanto maior o número de caracteres envolvidos na seleção, menor o ganho de seleção obtido; o que exige do melhorista parcimônia e bom senso. Em algumas fases do processo, pode-se também lançar mão do uso da seleção em tandem e, ou dos níveis independentes de eliminação, dependendo de cada caso (Resende, 2002).

As características quantitativas diâmetro à altura do peito (dap), altura total (ht), altura do fuste (hf) e volume de madeira (vol) são as primordialmente quantificadas, em nível de árvores, nos programas de melhoramento de eucalipto. Além disso, são também importantes coletas de informações quanto à sobrevivência, à forma do fuste ou conicidade do tronco, à retidão do fuste, à espessura da ramificação, à presença ou ausência de bifurcação do tronco, à percentagem de casca e à capacidade de brotação e enraizamento das árvores, sendo essas últimas características essenciais para o sucesso da propagação vegetativa dos materiais selecionados.

No caso específico do uso do componente arbóreo em sistemas de integração, pode-se também pensar no melhoramento de características “secundárias” relacionadas à copa da árvore, de forma que ela interfira, o mínimo possível, negativamente no desempenho dos componentes agrícolas e forrageiros. Vale frisar que esse é um aspecto “fisiológico” delicado e que deve ser visto com cautela, já que a copa contribui diretamente para o crescimento e vigor da árvore, além de atuar beneficamente para o bem-estar do componente animal no sistema. Embora estudos sobre o controle genético de características ligadas ao formato das copas de árvores de eucalipto pareçam ser escassos ou inexistentes, na prática, observa-se variabilidade entre e dentro de espécies, o que denota possibilidade de ganhos com a seleção para esse caráter (Figuras 1 e 2).

Alguns estudos têm procurado entender o comportamento das características de copa das árvores de eucalipto, em monocultivo, em diferentes espaçamentos/arranjos e idades (Wink et al., 2012; Trindade et al., 2019). Essas características podem também contribuir para um maior entendimento sobre o comportamento das árvores de eucalipto nos sistemas de integração, sendo: comprimento de copa (cc), diâmetro

Fotos: Alisson Moura Santos



Figura 1. Variação no tamanho das copas de eucalipto, sob mesmo espaçamento e idade, em experimento da Embrapa Florestas, no município de Rio Verde, GO, sendo (A) e (C) *Eucalyptus urophylla* e (B) e (D) *Corymbia maculata*.

Fotos: Alisson Moura Santos

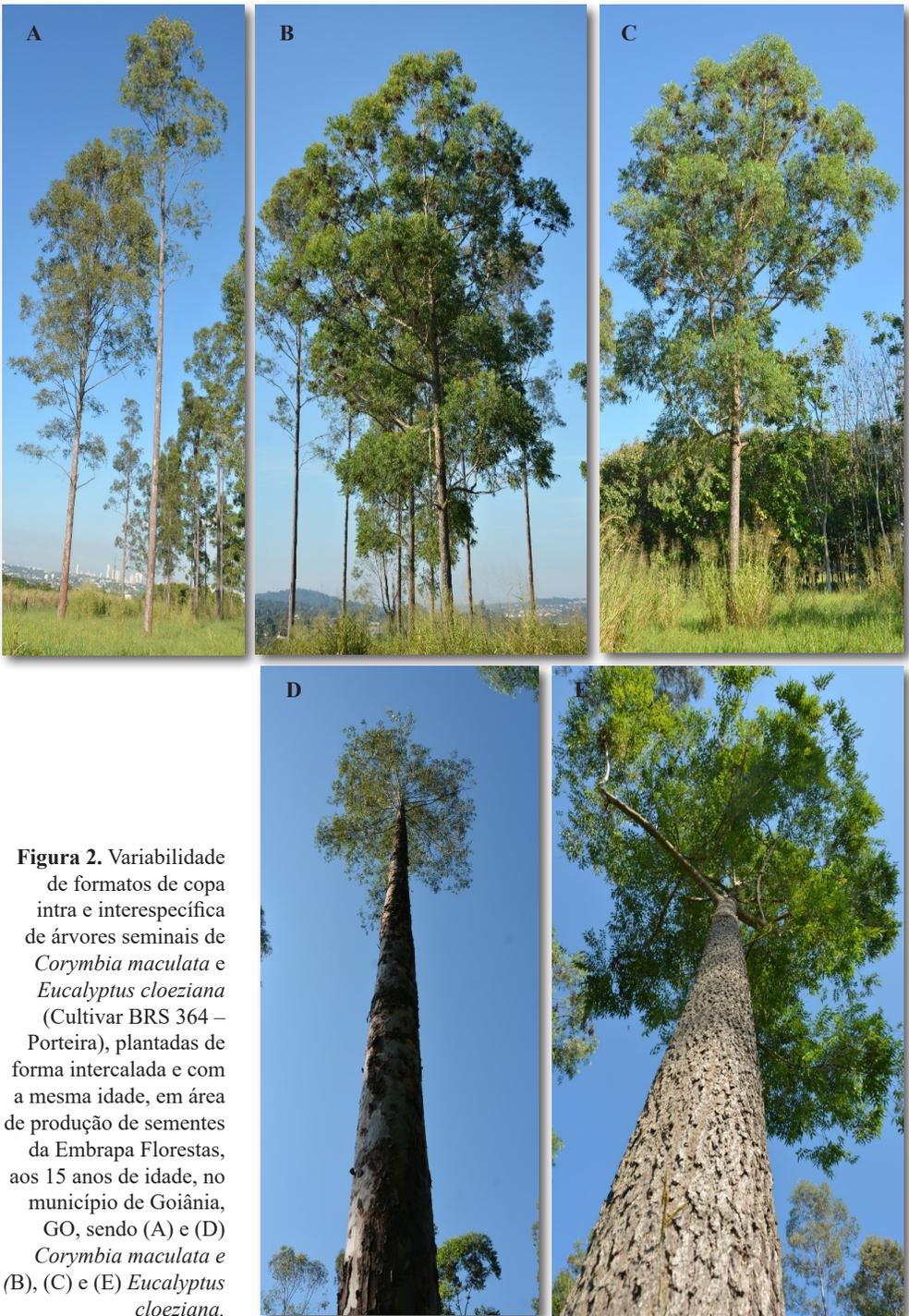


Figura 2. Variabilidade de formatos de copa intra e interespecífica de árvores seminais de *Corymbia maculata* e *Eucalyptus cloeziana* (Cultivar BRS 364 – Porteira), plantadas de forma intercalada e com a mesma idade, em área de produção de sementes da Embrapa Florestas, aos 15 anos de idade, no município de Goiânia, GO, sendo (A) e (D) *Corymbia maculata* e (B), (C) e (E) *Eucalyptus cloeziana*.

de copa (dc), área de projeção de copa ($apc = (\pi^{1/4}) dc^2$), percentagem de copa ($\%c = cc/ht \cdot 100$), forma de copa ($fc = dc/cc$), grau de esbeltez ($GE = ht/dap$), índice de abrangência ($IA = dc/ht$), índice de saliência ($IS = dc/dap$) e índice de espaço vital ($IEV = (dc/dap)^2$). Além disso, com os avanços obtidos com as geotecnologias, descortinam-se também várias outras possibilidades de avaliações desses caracteres, dentre outros de interesse ao melhoramento genético de espécies arbóreas.

Deve também ser conduzida a avaliação da resistência/tolerância das árvores de eucaliptos quanto aos fatores bióticos (doenças e/ou insetos) e abióticos (estresse hídrico, geadas, ventos, dentre outros) (Fonseca et al., 2010). Em geral, essa avaliação começa a ser realizada já nas mudas em viveiro, com exclusão das mudas comprometidas por pragas e, também, nos testes de progênies e clonais já implantados no campo. Neste caso, as árvores com problemas são automaticamente excluídas por ocasião do processo seletivo. Em fases mais avançadas e, em etapa prévia ao registro da (s) cultivar (es), como medida preventiva, é recomendado realizar um amplo *screening* em laboratório especializado do (s) genótipo (s) selecionado (s). Para esse *screening* é realizada a inoculação de diferentes patógenos causadores de doenças de impacto econômico para o eucalipto, no território brasileiro, com avaliação da tolerância/resistência dos clones. Os clones tolerantes/resistentes são selecionados nessa etapa.

A avaliação das propriedades tecnológicas da madeira das árvores deve ser realizada, conforme já ressaltado anteriormente, de acordo com o produto a ser obtido e utilizado pela indústria de transformação. Dependendo do montante de recurso financeiro disponível, pode ser realizada a avaliação das propriedades tecnológicas da madeira somente das árvores superiores selecionadas nas avaliações das demais características citadas acima. Essa é uma das formas de se reduzir os custos do programa de melhoramento. Por outro lado, pode-se deixar de detectar árvores com alelos favoráveis importantes para propriedades tecnológicas da madeira, mas que, por exemplo, não se destacaram em volume de madeira e que poderiam ser doadoras daqueles alelos em novas recombinações com clones superiores em volume de madeira.

Na seleção de árvores de eucalipto adequadas para uso energético, algumas das principais propriedades tecnológicas da madeira a serem consideradas nos programas de melhoramento genético são: maior densidade básica, maior teor de lignina, maior teor de extrativos, maior poder calorífico da madeira e menor umidade (Rezende et al., 2014).

No processo seletivo de árvores para produção de madeira serrada, as principais características a serem avaliadas são: boa orientação das fibras ou grã direita; ausência de excentricidade da medula; ausência (ou baixo grau) de defeitos como bolsas de *kino*, manchas e nós; maior relação cerne/alburno; densidade básica adequada à finalidade que se destina; ausência (ou baixo grau) de defeitos de secagem como torções, contrações ou retrações da madeira, rachaduras, empenamentos, abaulamentos e colapso; menor proporção de madeira juvenil; coloração da madeira em consonância

com as demandas do mercado consumidor, boa qualidade da superfície usinada e resistência aos ataques de fungos e insetos (Assis, 2001).

Na seleção de árvores para obtenção de madeira adequada ao tratamento em usinas de preservação, as principais características a serem consideradas são: elevada durabilidade natural, ausência de “nós”, ausência (ou menor grau) de rachaduras e de fendilamentos, elevada relação cerne/alburno e baixa umidade.

Planejamento dos experimentos e análises estatísticas

Informações relevantes sobre o planejamento experimental e as análises estatísticas a serem conduzidas em experimentos consorciados de culturais anuais são apresentados em detalhes por Vencovsky e Barriga (1992) e Ramalho et al. (1983, 1993). Entretanto, deve-se considerar que, no caso de sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta, as árvores permanecem por longo período no campo, sendo suscetíveis à interferência de vários fatores, tais como adubações das culturas anuais e das forrageiras e, também, à influência dos animais (danos ao tronco e excrementos), o que pode tornar as análises e, ou compreensões dos efeitos mais complexas. Com base nas explanações apresentadas pelos referidos autores, são listados adiante alguns pontos para reflexão, no âmbito do melhoramento do eucalipto:

- Como há infinitas possibilidades de arranjos de componentes (espécies e híbridos interespecíficos de *Eucalyptus* e *Corymbia*, espécies agrícolas, espécies forrageiras, espécies e, ou raças de animais, arranjos espaciais, dentre outros), é impossível avaliar todos os genótipos existentes a cada ciclo de melhoramento, em todas as situações. Neste caso, o melhor arranjo/espacamento/composição do sistema deve ser avaliado caso a caso.
- É relevante estimar a interação entre materiais genéticos (progênies ou clones) e sistemas (monocultivo e consórcio). Para isso, cada material deve ser avaliado nas duas situações.
- O delineamento experimental irá depender do número de materiais a serem avaliados, da disponibilidade de mudas das espécies arbóreas (seminais ou clonais), do tamanho da área disponível, da heterogeneidade do terreno, do tipo de tratamento a ser avaliado e do número de ambientes experimentais.
- A escolha do tamanho da parcela irá depender dos itens anteriormente mencionados. Entretanto, é aconselhável o uso de parcelas contendo o mesmo número de plantas tanto em monocultivo quanto em consórcio ou em número o mais semelhante possível entre eles.

- A avaliação dos genótipos em vários ambientes e, em mais de um ano de plantio, é de vital importância. Deve ser lembrado que, no processo seletivo tradicional de cultivares clonais de eucaliptos no Brasil, os genótipos são avaliados em testes clonais de primeira e segunda fase, seguidos, posteriormente, de plantios clonais pilotos. Essas avaliações são importantes para aferição do desempenho do melhor genótipo, em ambientes contrastantes, que será posteriormente recomendado e registrado como cultivar para uso em determinada zona de melhoramento.

Considerações finais

Ressalta-se que a presente explanação não pretendeu exaurir o assunto, mas sim contribuir para que uma maior reflexão seja feita em prol do melhoramento do eucalipto aos sistemas de integração.

Referências

- ASSIS, T. F. de; ABAD, J. I. M.; AGUIAR, A. M. Melhoramento genético do eucalipto. In: SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M. (ed.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria, RS: Ed. da UFSM, 2015. p. 217-244.
- ASSIS, T. F. de. Estratégias de melhoramento para obtenção de madeira de qualidade para laminação e serraria. In: SEMINÁRIO DE MADEIRA DE EUCALIPTO: TENDÊNCIAS E USOS, 2001, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba, 2001. p. 1-18.
- ASSIS, T. F. de. Melhoramento genético de *Eucalyptus*: desafios e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. **Anais [...]**. Curitiba: Embrapa, 2014. v. 1. p. 127-148.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. **Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-florestas**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2012. 18 p. (International Plant Nutrition Institute. Informações agronômicas, 138).
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA -SILVA, V.; MORAES, A.; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51887/1/46n10a00Prefacio.pdf>.
- BARCELLOS, A. O.; MEDRADO, M. J. S.; GRISE, M. M.; SKORUPA, L. A.; ROCHA, W. S. D. Base conceitual, sistemas e benefícios da ILPF. In: BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. p. 23-37.

- FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT EUCALYPTUS=CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Proceedings...= Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. v. 1. p. 14-34.
- FOELKEL, C. As plantações de florestas no Brasil. In: BORÉM, A. (ed.). **Biotecnologia florestal**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2007. p. 12-24.
- FONSECA, S. M. da; RESENDE, M. D. V. de; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. da S.; ASSIS, T. F. de; GRATAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2010. 200 p.
- HALLAUER, A. R. Compendium of recurrent selection methods and their applications. **Critical Review in Plant Science**, v. 3, p. 1-33, 1986.
- HENDRICKSON, J. R.; HANSON, J. D.; TANAKA, D. L.; SASSENATH, G. Principles of integrated agricultural systems: introduction to processes and definition. **Renewable Agriculture and Food Systems** v. 23, n. 4, 265-271. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170507001718>
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. IBÁ: **Indústria Brasileira de Árvores**. Brasília, DF, 2017. 80 p. Relatório Ibá 2017. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 14 mai. 2019.
- ILPF em números. [Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril, 2016]. 12 p. Folder. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158636/1/2016-cpamt-ilpf-em-numeros.pdf>.
- ILPF em números: região 02 - MT, GO e DF. [Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril, 2017]. 16 p. Folder. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157581/1/2017-cpamt-ilpf-em-numeros-regional-2.pdf>.
- NICOLI, C. M. L.; PACHECO, A. R.; REIS, C. F.; VENTUROLI, F. Income diversification through a crop-livestock-forest integration system in the Midwest Brazilian Region. **Journal of Agricultural Science and Technology B**, v. 7, n. 6, p. 374-385, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17265/2161-6264/2017.06.002>
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ideótipo de espécie arbórea para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 135-147. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120048/1/Sistemas-Agroflorestais-livro-em-baixa.pdf>.
- RAMALHO, M. A. P. Emprego da seleção recorrente no melhoramento de essências florestais. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1., 1993, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. p. 21-37.
- RAMALHO, M. A. P.; OLIVEIRA, A. C. de; GARCIA, J. C. **Recomendações para o planejamento e análise de experimentos com as culturas de milho e feijão consorciadas**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1983. 74 p. (EMBRAPA-CNPMS. Documentos, 2).
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações no melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, GO: Ed. da UFG, 1993. 271 p.

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. **Excentricidade da medula em *Grevilea robusta* e *Corymbia citriodora* cultivados em sistema silvipastoril**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 6 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 248). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/28889/1/CT248.pdf>.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. de; REZENDE, G. D. S. P.; AGUIAR, A. M.; BARBOSA, M. H. P. Seleção recorrente e o melhoramento genético do eucalipto no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2005, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: UFLA, 2005, p. 59-84.

REZENDE, G. D. S. P.; RESENDE, M. D. V. de; ASSIS, T. F. *Eucalyptus* breeding for clonal forestry. In: FENNING, T. M. (org.). **Challenges and opportunities for the world's forests in the 21st century: forestry sciences**. Dordrecht: Springer Science, 2014. p. 393-424.

SALMAN, A. K. D.; ANDRADE, C. M. S.; GAMA, M. M. B.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, T. K.; MENDES, A. M.; ASSIS, G. M. L. Método de seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. In: ANDRADE, C. M. S. de; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. **Guia arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 55-90.

TRINDADE, R. N. R.; LAFETÁ, B. O.; AGUIAR, V. F.; SILVA, A. G. da; FERRARO, A. C.; PENIDO, T. M. A.; VIEIRA, D. dos S. Morfometria da copa de povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *E. urophylla* S. T. Blake em diferentes espaçamentos de plantio. **Scientia Forestalis**, v. 47, n. 121, p. 83-91, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18671/scifor.v47n121.08>

TRUGILHO, P. F.; IWAKIRI, S.; ROCHA, M. P.; MATOS, J. L. M.; SALDANHA, L. K. Efeitos da idade e classe diamétrica na deformação residual longitudinal em árvores de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 235- 231, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000500012>.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 456 p.

WINK, C.; MONTEIRO, J. S.; REINERT, D. J.; LIBERALESSO, E. Parâmetros da copa e sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 93, p. 57-67, 2012.