



21

**Produção, tecnologia e
uso das sementes de
eucalipto no Brasil**

João Antonio Pereira Fowler

Introdução

Importância das sementes florestais

Os plantios florestais com espécies exóticas desempenham papel estratégico não somente para disponibilizar para produção de celulose ou para a indústria florestal, mas também madeira para energia e para utilização nas propriedades rurais. Os plantios florestais são igualmente importantes para a estabilização do solo, melhoria do ambiente urbano e rural e como integrante dos sistemas agroflorestais. Essa habilidade de crescer em relação simbiótica com as culturas agrícolas é característica essencial. Esses desdobramentos induzem novas oportunidades e problemas na coleta e manejo das sementes. As árvores são propagadas por sementes, com algumas exceções, e a qualidade das sementes tem efeito enorme no sucesso da expansão das plantações florestais. O uso de sementes de qualidade e procedência adequada é o melhor meio de assegurar às plantações florestais, rápido crescimento, alta produtividade e qualidade da madeira. A semente com qualidade genética é aquela bem adaptada ao sítio e ao uso para o qual foi plantada e qualidade fisiológica é aquela que apresenta alto vigor e germinação. Igualmente importantíssimo é o adequado manejo das sementes desde a coleta na árvore-matriz até a sementeira no viveiro.

A produção de sementes de eucalipto no Brasil

O eucalipto possui mais de 900 espécies, computando subespécies e variedades, agrupadas em três gêneros *Eucalyptus*, *Corymbia* e *Angophora*. Toda a ocorrência natural desses gêneros concentra-se principalmente no continente australiano, na Indonésia e ilhas vizinhas (Weule, 2018).

Os primeiros ensaios organizados de introdução do eucalipto no Brasil foram efetuados pelo Engenheiro-agrônomo Armando Navarro de Andrade entre os anos de 1905 e 1915, com o objetivo de fornecer sementes para o estabelecimento de plantios nas terras da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, no estado de São Paulo, para suprir as necessidades iniciais de 1.000.000 de dormentes e 600.000 m³ de lenha por ano. Esses plantios, compostos de muitas espécies, foram estabelecidos próximos uns dos outros, nos hortos de Rio Claro, SP, principalmente, favorecendo a hibridação, com segregação na segunda e terceira gerações, por isso produzindo grande variação de altura de fuste, afetando principalmente a sobrevivência e o crescimento dos povoamentos. No final da década de 1960, em decorrência da expansão da cultura para outras regiões brasileiras, houve um surto da doença fúngica conhecida como cancro, quando surgiram híbridos de eucaliptos que mostravam de resistência a essa doença e características silviculturais apropriadas, tendo, por isso, impulsionado o desenvolvimento de

protocolos para a propagação vegetativa, que perdurou até meados da década de 1990, com ênfase à propagação clonal. A fase atual da eucaliptocultura é caracterizada pela micropropagação.

A importância do eucalipto para o País é confirmada pelos mais de cinco milhões de hectares plantados. Estima-se que atualmente 80% desses plantios são feitos com clones e os 20% restantes com mudas produzidas por sementes.

Aspectos legais da produção de sementes no Brasil

A promulgação da Lei nº 10.711 em 5 de agosto de 2003 (Brasil, 2003) e do Decreto nº 5.153 em 23 de julho de 2004 (Brasil, 2004) que a regulamenta, criou um novo paradigma para a produção de sementes no País. A partir destes marcos regulatórios, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), mediante a Instrução Normativa nº 56, de 2011 (Brasil, 2011), revogada pela Instrução normativa nº 17 de 2017 (Brasil, 2017), regulamentou a produção, a comercialização e a utilização de sementes e mudas de espécies florestais, nativas e exóticas, visando garantir sua procedência, identidade e qualidade. Assim, a participação no sistema de produção de sementes inicia-se pela inscrição junto ao Mapa, conforme procedimentos definidos na Instrução Normativa acima mencionada, que pode ser acessada no endereço eletrônico do Mapa. No ato de formalização da inscrição, o produtor deverá definir quais espécies cujas sementes produzirá, a permissão restringe-se àquelas inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC). As espécies de eucalipto e seus mantenedores inscritos no RNC podem ser acessados também no endereço eletrônico do Mapa, www.agricultura.gov.br, salientando que a inscrição de produtor de sementes de material registrado depende de autorização do detentor dos direitos de propriedade, que são os mantenedores (Brasil, 2010).

Os sistemas propostos estabelecem as seguintes classes de áreas de produção de sementes: Áreas de Coleta de Sementes (ACS), Áreas de Produção de Sementes (APS) e Pomares de Sementes (PS), que poderão estar enquadrados como certificadas ou não certificadas. O sistema não certificado de produção de sementes é composto das seguintes categorias: semente identificada, semente selecionada, semente qualificada e semente testada. O sistema certificado de produção de sementes é composto das seguintes categorias: semente selecionada certificada, semente qualificada certificada e semente testada certificada, com vinculação à região bioclimática recomendada para plantio.

O sistema de produção estabelece como certificadores o Mapa, entidades privadas e a possibilidade de certificação da produção própria, para aqueles produtores que utilizam as sementes para uso próprio. As normas criam a possibilidade de inscrição no sistema de empresas executoras de coleta, beneficiamento e armazenamento.

Considerando a necessidade de organizar e incrementar, em âmbito nacional, a produção e o comércio de sementes e mudas de espécies florestais, nativas e exóticas, o desempenho das exportações e importações, da elaboração e atualização de padrões de produção e de comércio, visando atender ao mercado nacional e internacional, bem como da necessidade de elaboração de normas complementares à legislação das sementes e mudas florestais, constituiu-se no âmbito do Mapa a Comissão Técnica de Sementes e Mudanças de Espécies Florestais Nativas e Exóticas, com representantes de várias instituições como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, representada pelas unidades Embrapa Florestas e Embrapa Amazônia Oriental, Associação Brasileira de Produtores de Sementes (Abrasem), Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (Abrates), Associação Brasileira de Comerciantes de Sementes (ABCSEM), Rede de sementes, Universidades, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (Ibama), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS), cuja competência é propor normas a serem adotadas no planejamento e acompanhamento da produção e do comércio de sementes e mudas de espécies florestais nativas e exóticas, complementares à legislação e assessoramento à Comissão de Semente e Mudanças (CSM) dos Estados.

A organização da produção de sementes e mudas de espécies florestais, proporcionada pela publicação das normas que regulamentam a produção comercialização e a utilização de sementes e mudas de espécies florestais, nativas e exóticas no final de 2011, possibilitou o acesso às informações do setor produtor de sementes e mudas de cada espécie e, conseqüentemente, o conhecimento dos números efetivos e detalhados destes insumos. A atuação como comerciante, no sistema oficial de sementes, demanda obrigatoriamente sua inscrição no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renasem), órgão fiscalizador da Unidade Federativa em que está estabelecido. A semente apta à comercialização no país é somente aquela produzida e identificada de acordo com as normas, sendo permitido o fracionamento do lote em quantidades variáveis, desde que sejam mantidas as informações da embalagem original. A semente deve estar identificada na embalagem e devidamente documentada nos casos de transporte, da nota fiscal e da cópia do Atestado de Origem Genética ou do Certificado de Sementes Florestais ou do Termo de Conformidade de Sementes Florestais.

Produção de frutos e sementes de eucalipto

Indução ao florescimento

A indução do florescimento pode ocorrer pela aplicação do composto paclobutrazol (PBZ) que retarda o crescimento vegetativo, por inibir a síntese de ácido giberélico,

uma vez que reduz a taxa de divisão e de expansão celular. Esse produto promove também outras alterações fisiológicas na planta, incluindo a partição de carboidratos e respostas ao estresse hídrico. Além de proporcionar o florescimento precoce das plantas, reduz o comprimento dos internódios, o comprimento e a largura das folhas e o aumento da produção de flores e frutos. O composto tem efeito mais marcante em espécies de folhas verdes (*E. grandis* e *E. saligna*) e subglaucas (*E. dunnii*). Tem efeito menos marcante em espécies que apresentam folhas glaucas, exceto *E. globulus*, onde se consegue floração em plantas com um ano de idade. Foi observado também que o paclobutrazol pode ser aplicado por meio de injeção no tronco, *spray* foliar e por irrigação no solo para absorção pelas raízes. A dosagem é 0,25 g do produto por estaca enraizada. Quando aplicado no solo, a periodicidade deve ser anual para resposta mais efetiva, recomendando-se que seja feita no final do verão (Araújo et al., 1995).

Formação das sementes

As flores de todas as espécies do gênero *Eucalyptus* são hermafroditas, contudo as espécies são preferencialmente alógamas, mas, pelas características do sistema reprodutivo, a taxa de autogamia pode atingir até 30%. A alogamia é favorecida pela protandria, ou seja, o estigma alcança sua receptividade antes do período de viabilidade máxima dos grãos de pólen. Entretanto, esse mecanismo não elimina a possibilidade de ocorrência de autopolinização, pois uma mesma planta apresenta flores com diferentes estágios de maturação (Eldridge, 1978). Além da protandria, existe um sistema de autoincompatibilidade controlado geneticamente, que varia em intensidade entre espécies e grupos de espécies. Assim, como no eucalipto o sistema reprodutivo é preferentemente alógamo, suas populações são compostas por indivíduos heterozigotos. A característica distinta das espécies desse gênero são as flores, que são constituídas de pedúnculo, pedicelo, receptáculo, sépalas, pétalas, estame e pistilo. O pólen é produzido na antera, parte componente dos estames, que são microsporófilos especializados. O pólen está dentro das anteras, sendo liberados na maturidade através das fissuras. Os óvulos são envolvidos em um pistilo, formado por vários carpelos. Em um ovário com vários carpelos ocorre a formação de vários frutos separados. Os óvulos são anexados à placenta pelo funículo, e o integumento com uma pequena passagem, a micrópila, envolve cada óvulo. O desenvolvimento do gametófito feminino varia entre os grandes grupos taxonômicos, porém é comum entre todas as angiospermas que ocorra a formação, após a meiose, da célula-ovo haploide e uma célula diploide central. Após a polinização, o grão de pólen germina no estigma e os espermatófitos fazem seu caminho até o óvulo via tubo polínico. A fertilização dupla ocorre usualmente quando um dos espermatófitos se une com a célula central e o outro ao ovo. O primeiro se desenvolve para o endosperma triploide, tornando-se o suprimento nutricional do embrião; e o outro forma o zigoto diploide, que se desenvolve em

embrião. A fertilização dupla ocorre somente nas angiospermas. O ciclo reprodutivo das angiospermas é usualmente rápido, e a diferenciação floral ocorre no ano anterior ao florescimento e frutificação (Schimdt, 2000).

Maturação dos frutos

O intervalo entre o florescimento e a maturação das sementes e frutos varia muito entre as espécies de eucalipto, mesmo dentro do mesmo gênero, desde um até 16 meses.

Para muitas espécies, o fruto se desenvolve somente próximo da fase de fertilização e quando a semente está envolta pelos órgãos de suporte. No caso de ocorrer falha na polinização ou fertilização, as flores abortam. Contudo, em algumas espécies de eucalipto, os frutos formam sementes sem órgãos de suporte, fenômeno conhecido como partenocarpia. Os frutos sem órgão de suporte das espécies angiospermas partenocárpicas são frequentemente muito menores do que daqueles com órgãos de suporte às sementes. Os frutos formados de vários pistilos de flores em inflorescências comprimidas (múltiplos frutos) ou de pistilos separados em uma flor (frutos agregados), usualmente desenvolvem-se somente os frutos que contêm sementes, tornando-os por vezes assimétricos. Em flores com vários óvulos, em um ou vários carpelos fundidos, a formação do fruto pode requerer um número mínimo de óvulos fertilizados, para a formação do fruto.

Por outro lado, as fertilizações nem sempre promovem a formação do fruto, ou seja, as espécies polinizadas por animais ou insetos, frequentemente, produzem grandes quantidades de flores, visando atrair os polinizadores. As espécies que apresentam frutos pequenos, muitos deles podem se desenvolver de uma inflorescência.

A maturação dos frutos e sementes é sincronizada normalmente, contudo a coleta de frutos com muita antecedência, relativamente à maturidade, afeta o vigor das sementes. Nos estádios finais da maturação das sementes, ocorrem a formação e o armazenamento de proteínas e hormônios, como é o caso das sementes do eucalipto. A desidratação das sementes em frutos secos ocorre concomitantemente com a desidratação do fruto. Nos frutos frescos, a desidratação é o resultado do aumento da pressão osmótica, decorrente da formação de açúcares na polpa do fruto. O conteúdo final de umidade das sementes depende da espécie e do ambiente externo. As sementes ortodoxas podem atingir entre 5% e 10% de umidade na maturação, estabilizando entre 8% e 12%, dependendo da umidade do ar. A desidratação máxima provoca a abertura dos frutos deiscentes e a liberação das sementes. No caso do eucalipto, o fruto é denominado opérculo.

Os frutos estão agregados às brácteas pelo pedúnculo ou pedicelo. As sementes estão agregadas aos frutos pelo funículo. Nos frutos e flores em desenvolvimento, o fluxo de água e de nutrientes ocorre através do pedúnculo e pedicelo para o fruto e via

funículo para as sementes. Os frutos de cápsulas deiscientes permanecem nas árvores durante a fase de dispersão das sementes. As cápsulas vazias ou parte dessas podem permanecer na árvore por longo tempo após a dispersão das sementes. A abscisão das sementes normalmente ocorre entre o funículo e a semente (hilo). A dispersão pelo vento ocorre quando as sementes são leves e pequenas, como é caso da maioria das espécies de eucalipto (Krugman; Jenkinson, 1974).

O estágio de maturação dos opérculos, principalmente as alterações de coloração, informa o momento da coleta antes da abertura e da dispersão das sementes (Schmidt, 2000).

Qualidade genéticas das sementes produzidas

As fontes de sementes e propágulos de espécies introduzidas, entre as quais do eucalipto, são obtidas de populações implantadas para essa finalidade, conhecidas como Área de Coleta de Semente (ACS), Área de Produção de Semente (APS) e Pomares de Sementes, que objetivam produzi-las em grande quantidade e com maior ganho genético, de maneira mais rápida e econômica possível. Entretanto, apesar do potencial genético, o real valor para um empreendimento florestal depende da maneira como essa semente é efetivamente produzida e utilizada. Portanto, com vistas a uma melhor utilização desse potencial para o aumento da produtividade das florestas plantadas, serão discutidos os aspectos mais importantes, envolvidos no processo de produção das sementes em cada uma dessas populações.

Área de coleta de sementes

A Área de Coleta de Semente (ACS) de eucalipto é uma população onde as árvores-matrizes, fenotipicamente superiores, são selecionadas para a coleta das sementes. ACS tem como objetivo principal a adaptabilidade às condições locais, visto que somente os indivíduos mais adaptados que apresentem crescimento vigoroso e alta produtividade de frutos e sementes interessam. A qualidade genética das sementes da ACS é limitada, ainda que as coletas sejam executadas nas árvores de melhor fenótipo, em decorrência de que os indivíduos inferiores fenotipicamente, não são desbastados seletivamente e, por isso, as fontes de pólen não são selecionadas, em decorrência disso o ganho genético é equivalente à metade daquele projetado. As informações sobre a procedência dessa população são necessárias, pois permitem a comparação do desempenho das sementes produzidas com as de outras fontes e também para sua utilização, de acordo com os resultados do teste de procedências e progênies. A utilização dos propágulos de uma determinada ACS deve corresponder às condições ecológicas da região onde esta foi instalada. Entretanto, as condições ecológicas, que estimulam

a precocidade e a intensidade de produção de sementes, nem sempre coincidem com aquelas que levam à formação de raças locais adequadas para a região que se deseja reflorestar. Portanto, a melhor estratégia requer a caracterização ecológica da região potencial para o plantio futuro e nela instalar a ACS, considerando também a facilidade de acesso.

As matrizes na ACS trocam pólen aleatoriamente entre si, não havendo a necessidade de isolamento em sua volta, a menos que os indivíduos adjacentes sejam da mesma espécie da ACS, com as quais possam haver cruzamentos, nesse caso o isolamento deverá ser de 500 m.

Área de produção de sementes

A Área de Produção de Sementes (APS) pode ser definida como a população de espécies com características apropriadas ao intenso desbaste seletivo e ao manejo para a produção de sementes de boa qualidade genética. Pela sua natureza, a APS permite seleções intensas entre as matrizes, assim o ganho genético esperado às sementes produzidas na APS é superior àquele obtido na ACS, mas também é limitado. O objetivo destas áreas é fornecer, em período curto, grande quantidade de sementes de qualidade genética satisfatória. A formação da APS visa favorecer os indivíduos mais vigorosos e prolíficos e que apresentem as características fenotípicas desejáveis. Apesar de as seleções serem dirigidas para as características de importância econômica, somente os indivíduos bem adaptados são favorecidos. A formação da APS conduz diretamente ao desenvolvimento de raças locais ou ecótipos (Pellati et al, 1969).

A correta identificação botânica da espécie é essencial, entre outras coisas, para a verificação da presença de híbridos interespecíficos. A participação dos híbridos na produção de sementes levaria a uma considerável segregação gênica nos seus descendentes, descaracterizando esta fonte de sementes como uma APS. A comprovação da ausência de híbridos na APS é feita por vistoria prévia, e confirmadas por análise genotípica de seus descendentes.

A identificação da procedência e, ou origem da população candidata à transformação em APS é compulsória para efeitos legais, entretanto, no processo evolutivo, os descendentes da APS vão adquirindo características próprias, tornando-se, geralmente, superiores ao material original, quando plantados nesse local.

Para que a APS cumpra a sua finalidade, é essencial que se avalie, em primeiro lugar, a importância da pressão seletiva local no crescimento e forma de fuste, aliando-se a esses atributos a produtividade de frutos. Portanto, a melhor localização para APS é a própria região ecológica que se pretende reflorestar, onde a produtividade e a adaptabilidade poderão ser favorecidas simultaneamente por meio de seleções.

Os desbastes são efetuados com o objetivo primordial de proporcionar condições favoráveis à produção abundante de frutos e sementes. Nesse processo, são eliminadas

as árvores fenotipicamente indesejáveis. Se o povoamento for denso, como nos plantios comerciais, a ausência de floração ou frutificação não deve ser usada, inicialmente, como critério para a eliminação de árvores, uma vez que o estímulo à produção de flores e frutos ocorreria somente após o desbaste, na maioria das árvores.

O rigor aplicável à seleção está intimamente ligado ao número inicial de árvores disponíveis para a seleção e ao número que se deseja manter na área de produção de sementes. Assim, desejando-se manter, aproximadamente, 130 árvores por hectare, um plantio comercial de aproximadamente 85% de sobrevivência possibilitaria uma proporção de seleção em torno de 1:10 a 1:20. Com essa modesta seleção, os ganhos genéticos esperados serão baixos.

A área mínima da APS depende do número de árvores que se deseja manter após os desbastes. Este número é determinado pela quantidade de sementes que se deseja obter. A APS pequena torna as árvores mais sujeitas à polinização por fontes indesejáveis; enquanto que, para espécies que normalmente produzem grandes quantidades de sementes, como é o caso das espécies de eucalipto introduzidas no Brasil, ela pode ser menor. Se o número mínimo de matrizes na APS for 25 e o espaçamento final após último desbaste for de aproximadamente 10 m x 10 m, a área correspondente ocuparia 0,25 ha. Para assegurar o ganho genético, é necessário evitar que fontes de pólen indesejáveis participem da formação da semente na APS.

Quando há árvores indesejáveis nas proximidades, com as quais o cruzamento seja possível, o isolamento total contra essas fontes de pólen é impraticável. Entre as principais medidas para amenizar a influência de pólen externo, pode ser adotada a manutenção de uma faixa de isolamento em volta da APS, devendo esta ser ocupada por espécies com as quais as árvores da APS não cruzem. Alternativamente, esta faixa poderá ser mantida livre de vegetação arbórea. A largura mínima dessa faixa foi objeto de muitos estudos, uma vez que a distância efetiva de dispersão do pólen depende de inúmeros fatores, tais como: tipo de vetores, velocidade e direção do vento, umidade e temperatura do ar, correntes de convecção etc.

A eficácia da faixa de isolamento pode ser aumentada se a coleta das sementes for efetuada somente das árvores localizadas na parte central da APS. Deixando-se as árvores da bordadura somente como obstáculo ou barreira de pólen, a presença delas, em grande quantidade, amenizarão os efeitos do pólen indesejável. Assim, o impacto negativo, na qualidade genética da semente da APS, ficará reduzido. No caso de espécies entomófilas, como a maioria dos eucaliptos, estima-se que a faixa de isolamento deverá ser maior, tendo em vista as distâncias que os insetos (em geral, abelhas) podem voar em busca de alimento, recomendando-se faixas com 500 m de largura.

Existem outras formas de evitar a polinização indesejável, em situações em que a APS esteja rodeada de árvores que constituam fontes de pólen indesejáveis e não há possibilidade de estabelecer faixas de isolamento vazias ou com espécies incompatíveis, nesses casos pode-se recorrer ao isolamento no tempo. Nesta estratégia, os

povoamentos localizados em torno da APS deverão ser manejados de maneira que não contribuam com seu pólen na formação da semente da APS. Isto implica no controle das operações como corte raso ou plantios programados, de tal forma que, pelo período de pelo menos dois anos antes da data prevista para a coleta de sementes na APS, as populações em volta dessa área não estejam liberando pólen. A utilização da APS com esse tipo de isolamento requer controle rígido e inspeções periódicas, e o seu credenciamento é válido somente para a safra do ano especificado. A renovação deverá ficar condicionada a inspeções durante os dois anos antes da safra para a qual se deseja credenciar a APS.

O manejo da APS envolve atividades que proporcionem aumento da quantidade e da qualidade das sementes, como é o caso da colocação de colmeias para maximizar a polinização. Os desbastes seletivos melhoram a qualidade genética das sementes, enquanto que as adubações aumentam a quantidade produzida. A proteção contra incêndios e a eliminação de vegetação competidora, inclusive brotação de cepas das árvores eliminadas são igualmente importantes. As indicações de adubação devem ser feitas com base em resultados de trabalhos técnico-científicos e para os elementos químicos que realmente apresentem resposta ao aumento da produção de sementes.

Pomar de sementes

O estabelecimento de pomar é o meio recomendado para produção de sementes geneticamente melhoradas. As árvores-matrizes utilizadas no pomar são procedentes de teste de progênies, cujas sementes produzidas resultam em plantios mais produtivos e homogêneos. Existem dois tipos principais de pomares de sementes: os pomares de sementes clonais e os pomares de sementes por mudas. Ambos são mais eficientes no sentido de promover o melhoramento genético de determinado caráter do que as áreas produtoras de sementes. Os pomares clonais são estabelecidos a partir de árvores superiores, selecionadas com base no desempenho médio de suas progênies. As árvores-matrizes que se destacam no teste de progênies são selecionadas, propagadas vegetativamente e distribuídas de modo a assegurar que não ocorram cruzamentos entre indivíduos aparentados. Nesses pomares, a produção de sementes é precoce, quando se usa a enxertia, além de permitir alta intensidade de seleção. Seja por enxertia ou por enraizamento de estacas, as árvores-matrizes são multiplicadas vegetativamente gerando os clones, que devem ser plantados separadamente, de modo a assegurar que indivíduos do mesmo clone não se cruzem, evitando assim a autofecundação. O espaçamento de plantio deve ser amplo, tal como 5 m x 10 m, para permitir uma floração abundante e precoce (Hoppe, 2004). Além das operações de manejo indicadas para APS, no caso de pomar clonal, a poda de formação de copas e eliminação de clones inferiores é importante. Outra observação importante é o sincronismo floral entre os clones, sendo que aqueles que não estão sincronizados com os demais devem

ser eliminados, pois apresentarão altas taxas de autofecundação. Na produção dos clones por enxertia, as matrizes são selecionadas quanto às características de forma, volume, estado fitossanitário e qualidade da madeira. Destas, são colhidas sementes para a formação de porta-enxertos, os quais receberão material da própria matriz de origem, para minimizar os problemas de rejeição por incompatibilidade genética.

Os pomares de sementes por mudas são instalados por mudas de origem seminal e apresentam a vantagem de associarem testes de progênies e a produção de sementes, sendo recomendados para espécies em que a reprodução vegetativa é difícil. Esse tipo de pomar de sementes também possibilita uma base genética mais ampla. Nos pomares de sementes por mudas são selecionadas as melhores árvores-matrizes das melhores famílias.

Coleta de frutos (opérculos)

Planejamento

Um aspecto importante é a observação dos ecótipos, ou seja, dar preferência às fontes de sementes implantadas nas mesmas condições ecológicas onde será efetuado o plantio, por estarem mais adaptadas às condições ambientais, gerando assim plantas mais vigorosas. Em algumas espécies, os frutos permanecem na árvore por um longo tempo depois de atingirem a maturidade, em outras apenas por vários meses. Nestas espécies, o tempo de coleta não é crítico, *E. cloeziana* e *E. pilularis* pertencem a este grupo.

Os índices de maturação variam de acordo com o tipo de fruto e com a espécie. As linhas deiscentes do opérculo das cápsulas do eucalipto são um exemplo de bom índice de maturação para esse gênero (Forest Commission, 1994).

Em espécies com um período muito curto de dispersão e cujas sementes são pequenas que se perdem facilmente, deve-se coletar antes do início da dispersão. A secagem artificial de alguns frutos colhidos poderá indicar se eles estão ou não maduros. Se as cápsulas abrirem sob dessecação estarão maduros e prontos para a colheita, caso contrário, a colheita deverá ser adiada. Esta verificação é especialmente prática se o frio e a umidade atrasarem a deiscência natural, embora as sementes estejam fisiologicamente maduras. Assim, é importante a determinação do momento oportuno coleta e, para isso, necessário se faz conhecer as mudanças estruturais nos frutos, principalmente durante o período final de maturação, que variam de acordo com o tipo de fruto e da espécie em cujas árvores serão feitas as coletas. As espécies com frutos deiscentes, como o eucalipto, frequentemente apresentam sinais de abertura, ou seja, linhas indicando a abertura por onde as sementes serão

dispersas. As espécies florestais apresentam seus frutos maduros por períodos curtos de tempo, na maioria dos casos, caindo no chão ou, se forem deiscentes, liberando suas sementes, como é o caso da maioria das espécies de eucalipto. Tais particularidades exigem ações rápidas, objetivando a obtenção da maior quantidade possível de sementes com qualidades desejáveis neste curto espaço de tempo. As quantidades de semente são definidas, levando-se em conta o número de mudas plantadas por área, a taxa de mortalidade após o plantio e o número de mudas produzidas por quilo de sementes. Várias espécies florestais produzem intensamente em um ano e modestamente no ano seguinte, devido à ciclicidade de produção que também difere entre as espécies de eucalipto. *E. grandis*, *E. saligna* e *E. camaldulensis* produzem intensamente a cada dois ou três anos, enquanto que *C. maculata* produz sementes em intervalos de tempo mais longos. A ciclicidade e os padrões de florescimento podem variar da região de ocorrência natural da espécie para a condição do local de introdução. Na Austrália, *C. citriodora* produz sementes em intervalos que variam de 3 a 5 anos, enquanto que produz abundantemente todos os anos no Brasil (Brune, 1981). O acompanhamento da fenologia das árvores-matrizes selecionadas é importante para o planejamento adequado da coleta. A observação do florescimento, as coletas periódicas de frutos desde sua formação, a incidência de pragas, além das condições de acesso às árvores-matrizes são informações necessárias para estimar corretamente a produção de sementes de cada espécie. As informações obtidas no acompanhamento das árvores-matrizes fornecem os indicativos do andamento da maturação e do momento certo da coleta, quando os frutos estão fechados, para evitar que liberem as sementes antes de serem coletados, conforme a Tabela 1.

Para iniciar a coleta das sementes é importante conhecer o estágio de maturação dos frutos, acompanhando a mudança de sua cor, para que a coleta seja feita no momento adequado.

O sistema de coleta em compartimento sugere a divisão da área de produção de sementes em quatro compartimentos iguais, para coletas sucessivas nos quatro anos seguintes, de todas as árvores de cada uma dessas subdivisões. A coleta pode consistir no corte drástico dos ramos de 6 m a 7 m, em relação ao fuste da árvore matriz. A brotação apical também é podada, visando o estímulo à emissão de novas brotações a partir de gemas adventícias. Este sistema de coleta em APS de *E. grandis* possibilitou um aumento na produção de sementes por

Tabela 1. Época de florescimento das espécies de eucalipto no Brasil.

| Espécie | Período de florescimento |
|----------------------|--|
| <i>E. grandis</i> | Fevereiro a Abril |
| <i>E. saligna</i> | Setembro a Novembro |
| <i>E. dunnii</i> | Fevereiro a Abril/ Setembro a Outubro |
| <i>E. benthamii</i> | Abril a Maio |
| <i>E. badjensis</i> | Fevereiro a Abril |
| <i>C. citriodora</i> | Março a Maio e Agosto a Outubro |
| <i>E. urophylla</i> | Ano todo |
| <i>E. viminalis</i> | Junho a Agosto |

Fonte: Embrapa Florestas.

árvore e na relação quantidade de sementes por quantidade de frutos, demonstrando a vantagem do método sugerido. A coleta em compartimentos melhorou a qualidade dos lotes de sementes germináveis por quilograma, creditada à polinização cruzada mais efetiva na área, pela sincronização e aumento do florescimento (Zani Filho; Kageyama, 1984).

Coleta

A coleta deverá ser realizada antes que ocorra a dispersão das sementes pela abertura dos frutos, nos meses expressos na Tabela 2, escalando as árvores com auxílio de equipamento de segurança apropriado, por pessoal treinado e devidamente registrado no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem), para a prestação desse serviço altamente especializado. Essa coleta é a direta e, por isso, trabalhosa. O coletor deve escalar as árvores e alcançar os frutos que são geralmente produzidos em maior quantidade no topo e na ponta dos galhos laterais altos, e cortar os ramos com as cápsulas. A escalada é comumente feita com o auxílio de cordas, cinturões de segurança e esporas apropriadas. Para escalar as árvores, são também usadas escadas de alumínio. O uso adequado dos equipamentos e os cuidados com a segurança dos escaladores são fundamentais por ocasião da coleta. A atividade de escalar árvores-matrizes para a coleta das sementes é executada por empresas com pessoal e equipamentos especializados e com todos os requisitos de segurança que a atividade exige, conforme a Norma Regulamentadora nº 35, publicada pela Portaria SIT n.º 313, de 23 de março de 2012 (Brasil, 2012). A equipe de coleta de terra é composta de um técnico florestal e dois auxiliares. Normalmente, esta equipe manuseia os galhos coletados com os frutos de cada árvore-matriz, identificando-os corretamente para posterior extração das sementes e pré-acondicionamento adequado, até que sejam remetidos à Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), quando esta é próxima ou no acampamento preparado para estas operações, nas coletas executadas em locais distantes da UBS. A equipe deve contar com um veículo tipo *pick-up* com cabine dupla e tração 4x4, pela necessidade de transporte do pessoal e dos equipamentos e materiais utilizados pela equipe de coleta, tais como capacetes, serras manuais, podões e tesouras de poda, foices, facões, e lima chata, sacos plásticos de diversos tamanhos, lonas plásticas, etiquetas de papelão, barbante e kit pronto socorro (Fowler, 2009).

A coleta pode ser efetuada quando o grau de umidade dos frutos for 50%, no máximo. O fruto é uma cápsula em forma de cálice que se abre em quatro ou seis partes e libera as sementes. Contudo, em muitas espécies de eucalipto, o fruto maduro permanece fechado na árvore, conservando as sementes por vários anos, portanto a coleta nesses casos pode ser em qualquer época do ano. Nos casos em que os frutos são deiscentes, deve-se observar as épocas específicas para cada espécie, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Frutificação das espécies de eucalipto cultivadas no Brasil.

| Espécie | Frutificação |
|----------------------|---------------------|
| <i>E. grandis</i> | Setembro a Novembro |
| <i>E. saligna</i> | Maio a Julho |
| <i>E. dunnii</i> | Outubro a Dez. |
| <i>E. benthamii</i> | Outubro a Dezembro |
| <i>E. badjensis</i> | Novembro a Dezembro |
| <i>C. citriodora</i> | Janeiro a Maio |
| <i>E. urophylla</i> | Setembro a Dezembro |
| <i>E. viminalis</i> | Janeiro e Fevereiro |

Fonte: Embrapa Florestas.

Cada espécie apresenta aspectos visuais particulares de frutos, constituindo-se indicadores importantíssimos que balizam o momento adequado para a coleta. No caso de *E. grandis*, a presença de fendas radiais, a coloração e o grau de umidade dos frutos são os principais indicadores. Portanto, os frutos com fendas e de qualquer coloração (verde, verde/marrom ou marrom) que apresentem entre 42% e 50% de umidade, são considerados maduros (Aguiar et al., 1987).

Manejo dos frutos e sementes após a coleta

Imediatamente após a coleta dos frutos, existe risco de danos às sementes, especialmente nos locais de estocagem provisória e transporte até a Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS). Os riscos principais são a perda da identidade de origem e da viabilidade das sementes. Com relação a insetos, a ameaça mais séria são as formigas carregadeiras de sementes já liberadas pelos frutos. O que é coletado, portanto, são os frutos, que submetidos à secagem natural liberaram as sementes. Esta operação ocorre no próprio local de coleta, assim os cuidados devem ser redobrados. Contudo, quando ocorre o transporte dos frutos coletados até a UBS, os cuidados devem ser focados na umidade que estes apresentam, devido aos riscos de aquecimento e perda da viabilidade das sementes. Salienta-se a importância da ventilação das sementes durante o transporte, evitando-se o uso de embalagens semipermeáveis e impermeáveis para frutos úmidos, pois, além das dificuldades de ventilação, estas favorecem a ocorrência de fungos. Sementes úmidas de *E. obliqua* perdem a viabilidade rapidamente quando expostas a temperatura de 55 °C (Boland et al., 1980).

Extração das sementes dos frutos

O processo de extração de sementes de eucalipto pode ser considerado elementar, consistindo da secagem dos frutos que, abertos, liberam as sementes e partes florais inertes. A liberação das sementes das cápsulas depende da posição do ovário no interior do fruto, pois, em algumas espécies desse gênero, como *E. camaldulensis*, os ovários estão na parte superior do fruto e liberam as sementes mais facilmente do que outras como *E. delegantensis*, cujos ovários estão na parte inferior do fruto (Boland et al., 1980). A agitação manual é suficiente para extrair as sementes remanescentes dos frutos de algumas espécies. As cápsulas de eucalipto precisam ser vigorosamente

agitadas, particularmente se não estiverem totalmente maduras. A ausência da agitação vigorosa das cápsulas pode resultar em que apenas as partes florais sejam liberadas. As sementes férteis estão, geralmente, ligadas à placenta perto do fundo do lóculo, pois, após a dispersão do joio, cápsulas imaturas podem, num exame superficial, parecer que estão vazias.

Secagem dos frutos e sementes

O método de secagem natural dos frutos ao sol é eficaz para a liberação das sementes, desde que as condições climáticas locais sejam favoráveis. Um método prático para a secagem de grandes quantidades de frutos é colocá-los sobre uma armação com uma malha de arame, o que proporciona uma maior circulação de ar e, conseqüentemente, uma melhor secagem dos frutos, e sob essa armação um anteparo para receber as sementes liberadas (Figura 1).



Foto: João Antonio Pereira Fowler

Figura 1. Estrutura para secagem natural de frutos.

Os frutos geralmente abrem em três dias (Cavalcanti; Gurgel, 1973). A taxa de liberação de semente durante a secagem natural é variável de acordo com as características de cada espécie, estágio de maturação da cápsula e condições de secagem.

As cápsulas muito maduras de algumas espécies podem liberar as sementes em algumas horas em condições ótimas de secagem, mas, em condições normais, a maioria das espécies necessita de 3 a 4 dias. Apesar da secagem ao sol levar a uma rápida abertura das cápsulas, existe o risco, no caso de temperatura muito alta, de indução à dormência tegumentar e, em casos extremos, pode ocorrer dano aos embriões das sementes (Turnbull, 1975). Outro método empregado é o da secagem artificial, que utiliza uma fonte que produz calor acoplado a um ventilador. O ar aquecido é forçado através da massa de frutos ou sementes a serem secados.

Normalmente, para o caso dos frutos e sementes de eucalipto, utilizam-se estufas para secagem de pequenos lotes, composta de uma câmara grande, prateleiras e capacidade estática com períodos de tempo de secagem variáveis e temperatura regulável (Cavalcanti; Gurgel, 1973).

A secagem pode predispor as sementes a danos. Os principais fatores envolvidos são a temperatura e o tempo de exposição. No processo de secagem, ocorre inicialmente a transferência da umidade da superfície para o ar que circunda a semente e, posteriormente, o deslocamento da umidade do interior para sua superfície.

Para a maioria das sementes ortodoxas, inclusive as do gênero *Eucalyptus*, quando o grau de umidade está acima de 18%, a temperatura de secagem deve ser 32 °C e, quando o grau de umidade estiver abaixo de 10%, a temperatura máxima de secagem deve ser 43 °C. As sementes úmidas são mais sensíveis a esses danos, devendo-se observar que, quanto maior o grau de umidade inicial das sementes, menor deve ser a temperatura inicial de secagem. Assim, deve-se iniciar a secagem de sementes mais úmidas com temperatura de 30 °C e progressivamente elevá-la até um máximo de 48 °C.

Beneficiamento dos lotes de sementes

Peneiragem

O tamanho é uma das características de diferenciação mais comuns entre sementes e impurezas que é utilizada na limpeza e classificação. A peneira é o principal equipamento que utiliza o tamanho da semente como base de separação. A separação de impurezas das sementes ocorre quando o material mais leve é removido da massa das sementes, pois essas deslizam sobre os orifícios da peneira, enquanto as partículas menores, impurezas, são eliminadas.

Este método é o mais eficaz para a maioria das espécies de eucaliptos. Normalmente, é o único método disponível para a pré-limpeza no campo. As peneiras são fornecidas em vários tamanhos e aberturas em chapa perfurada ou arame trançado. Para pequenos lotes de sementes, peneiras de laboratório com 20 cm de diâmetro e uma grande variedade de tamanhos de malhas são normalmente usadas, enquanto peneiras grandes (50 cm a 80 cm de diâmetro) são preferidas para lotes grandes, especialmente durante os estágios iniciais de limpeza. As malhas de uso comum variam de 500 micron a 4 mm para os eucaliptos (Tabela 3). Uma combinação de uma peneira de malha grande e pequena podem ser eficazes para a remoção de partículas grandes e pequenas, podendo ser usado para sementes finas, incluindo *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. pellita* e *E. urophylla* nas condições de campo e para pequenos lotes de sementes.

Tabela 3. Peneiras adequadas para a limpeza das sementes de eucalipto.

| Especie | Malha de abertura (mm) |
|----------------------------------|------------------------|
| <i>C.citriodora</i> ¹ | 2.8-3.35 |
| <i>C. maculata</i> ¹ | 2.8-3.35 |
| <i>C. torelliana</i> | 2.0-2.36 |
| <i>E. camaldulensis</i> | 1,2 |
| <i>E. globulus</i> | 2,36-2,8 |
| <i>E. grandis</i> | 1,2 |
| <i>E. microtheca</i> | 1,7 |
| <i>E. nitens</i> | 1,7 |
| <i>E. obliqua</i> | 1,7 |
| <i>E. pellita</i> | 1.4-1.7 |
| <i>E. pilularis</i> | 1.7-2.0 |
| <i>E. regnans</i> | 1.4-1.7 |
| <i>E. saligna</i> | 1 |
| <i>E. tereticornis</i> | 1.0-1.2 |
| <i>E. viminalis</i> | 1.4-1.7 |

¹ Alternativamente ventilador de ar ou mesa de gravidade.

Fonte: Gunn (2001).

melhor qualidade fisiológica é dividida em duas partes, a primeira, correspondente a 20% do peso do lote de sementes com 0,60 mm a 0,71 mm que contém 40% das sementes férteis, e a segunda correspondente a 12% do peso do lote de sementes maiores que 0,71 mm que contém 50% das sementes férteis. Outra constatação feita com sementes de *E. grandis* e *E. urophylla* demonstrou que a germinação não foi afetada pelo tamanho das mesmas, contudo, sementes médias e grandes apresentaram maior vigor do que as pequenas (Aguiar et al., 1979). O equipamento utilizado foi a máquina de ar e peneiras (Figura 2).

Saloi et al. (2015) constataram que, com o beneficiamento das sementes de *E.cloeziiana* em peneiras com orifícios quadrados de 1,7 mm; 1,4 mm; 1,18 mm; 1,0 mm; 0,8 mm e 0,7 mm, realizado no laboratório de análise de sementes da Embrapa Florestas, aquelas retidas nas peneiras 1,7 mm; 1,4 mm e 1,18 mm apresentaram a germinação acima do padrão exigido, ou seja 100.000 plântulas por quilograma, e que aquelas retidas na peneira 1,7 mm mostraram, maior vigor pelo teste de índice de velocidade de germinação (IVG) (Maguire, 1962), demonstrando a importância do beneficiamento do lote de sementes na qualidade física e também fisiológica das sementes dessa espécie.

As peneiras usadas para o beneficiamento de lotes de sementes de eucalipto variam conforme especificado na Tabela 3.

Muitas vezes, o material inerte é semelhante a semente em tamanho e forma, inviabilizando uma separação eficiente por diferença de tamanho, ou seja, por meio de peneira.

As indicações de que deve haver classificação das sementes de eucalipto em um lote são confirmadas por Aguiar e Mardegan (1987), em trabalho realizado com lote de sementes de *E.saligna*, que apresentava diferentes classes de tamanho de sementes, onde constataram que as classes menores que 0,59 mm podem ser descartadas, por serem acompanhadas de muitas impurezas e por representarem apenas 10% das sementes férteis. A porção utilizável do lote de

Foto: João Antonio Pereira Fowler



Figura 2. Máquina de ar e peneira para beneficiamento de sementes.

Limpeza a vácuo

Esse procedimento utiliza correntes de ar para separar as sementes das impurezas pelas diferenças de peso, resistência ao fluxo de ar e velocidade com que o ar se move. É útil para separação das partes florais das sementes de eucalipto como alternativa à peneiragem, sendo eficiente em separar impurezas leves do lote de sementes.

Embebição das sementes e separação por densidade

Os viveiros que produzem grandes quantidades de mudas de eucalipto seminais, frequentemente usam semeadores automáticos do tipo vácuo em recipientes individuais. Para ser eficaz, é importante que o lote de semente apresente alta pureza física para garantir a eficiência do equipamento. Onde há uma grande diferença de tamanho entre a semente e as impurezas, como no caso de *E. globulus*, métodos convencionais como técnicas de peneiração e aspiração podem ser facilmente empregados. No entanto, para espécies em que é difícil separar a semente das partes florais, são necessárias uma combinação de técnicas, incluindo a separação por gravidade, aspiração e peneiras.

Cliffe (1997) descreveu uma técnica para a separação otimizada de sementes de eucaliptos das partes florais, que tem sido prática comum em vários países. Embeber as sementes e, em seguida, separar por diferença de densidade. As sementes são colocadas em camada fina sobre bandejas recobertas com gaze, em seguida as bandejas são colocadas em incubadora com temperatura ajustada ao valor ótimo para a germinação das sementes de cada espécie (20 25 °C).

As sementes são mantidas constantemente úmidas pelo sistema de nebulização intermitente. No caso de *E. pilularis*, isso leva cerca de 40 horas. Nesta fase, a testa da semente começa a se tornar translúcida, indicando que a semente está embebendo e

deve ser removida para evitar o surgimento de radículas. A semente é então colocada em uma solução de açúcar que varia de acordo com a espécie e a estrutura da semente. No caso de *E. pilularis*, um kg de açúcar é diluído em um litro de água (Cliffe, 1997). Em seguida, agita-se suavemente a solução e a semente embebida separa-se das impurezas.

A semente limpa é removida e lavada antes do armazenamento ou secagem. As sementes de *E. pilularis* embebidas se mantêm viáveis por até cinco dias em recipientes com água selados em geladeira, na temperatura de 3 °C a 5 °C.

As sementes de eucalipto são comercializadas no Brasil com pureza física em torno de 10%, sendo os 90% restantes constituídos de óvulos não fertilizados. Algumas sementes de espécies de eucalipto podem ser encontradas no comércio com índices de pureza física maiores, em razão de que as impurezas diferem em tamanho das sementes, o que facilita a separação em peneira.

Contudo, ainda que as impurezas sejam do mesmo tamanho que as sementes, é viável separá-las por diferença de peso na mesa de gravidade (Welch, 1973). As sementes de *E. globulus* e *Corymbia maculata* podem apresentar índices maiores de pureza física, pois as partes florais diferem em tamanho das sementes, por isso pode-se encontrar no comércio lotes de sementes dessas espécies com até 80% de pureza. Como as sementes são comercializadas em função do número de sementes germináveis por peso, é fundamental saber com exatidão a quantidade de impurezas de um lote de sementes, no momento da aquisição. Os produtores de sementes florestais brasileiros, em sua maioria, não usam equipamentos para o beneficiamento das sementes, contudo a organização do setor favorecerá a expansão da atividade e seu aprimoramento técnico.

O beneficiamento do lote de sementes em mesa de gravidade (Figura 3) não é uma regra geral, pois a eficiência desse equipamento difere entre espécies. Vale ressaltar que a eficiência da operação de beneficiamento do lote na mesa de gravidade depende de previo beneficiamento do mesmo em máquina de peneiras. Após a remoção das

Foto: João Antonio Pereira Fowler



Figura 3. Mesa de gravidade para beneficiamento de sementes

sementes de peso diferente do lote, basicamente chochas e mal formadas, as taxas de germinação serão maiores do que aquelas obtidas antes da estratificação do lote por peso. Martins et al. (1994), em trabalho de beneficiamento de sementes de *Mimosa scabrella* Benth., usando mesa de gravidade, constataram que as sementes apresentaram taxas de germinação até 50% maiores antes dessa operação.

Peletização de sementes

Os eucaliptos possuem sementes pequenas, em média 0,5 mm, o que dificulta a semeadura. Em viveiros comerciais, quando as sementes não são peletizadas e com operação manual, são semeadas, geralmente, cerca de cinco sementes por recipiente, sendo necessário o raleio após a germinação. A peletização é um processo de recobrimento de sementes, com o objetivo de facilitar seu manejo pela homogeneização física do lote. O processo consiste de um equipamento vibrátil que executa movimentos circulares conjugado com a aplicação intercalada do adesivo e fertilizante que aderem às sementes e promovem a formação do "pellet". É importante ressaltar que a peletização das sementes somente é executada quando o lote apresenta altos índices de pureza física, condição necessária à eficiência do processo. As sementes peletizadas oferecem uma série de facilidades, como a redução de custo expressivo na produção de mudas. A semeadura e a classificação das mudas por tamanho são exemplos de operações facilitadas. Outro fator importante é a eliminação do raleio de plântulas em viveiro, uma vez que é semeada apenas uma semente por embalagem (Kanashiro et al., 1978).

Conservação das sementes em armazenamento

Normalmente, nem todos os lotes de sementes são utilizados imediatamente após a coleta e, por isso, são armazenados para utilização nos anos seguintes, uma vez que as coletas de sementes em árvores-matrizes do gênero *Eucalyptus* são feitas pela poda dos galhos localizados normalmente no topo dessas árvores, o que requer um período de tempo para que as mesmas emitam novos brotos com frutos, o que inviabiliza as coletas nos dois anos seguintes.

Devido a isto, existe a necessidade de se manter a viabilidade das sementes armazenadas, minimizando-se a velocidade de deterioração, por meio de tecnologias desenvolvidas e apropriadas a cada espécie.

A taxa de envelhecimento varia significativamente entre as sementes de um lote, sendo a germinação avaliada com base na amostra representativa do lote.

Longevidade e deterioração

A longevidade é definida como o intervalo de tempo no qual a semente se mantém viável, variando entre as espécies, e fortemente afetada pelas condições ambientais. Consideram-se, para fins dessa classificação, sementes recém-colhidas, que são classificadas como microbióticas, cuja longevidade pode chegar até três anos, mesobióticas (até 15 anos) e macrobióticas (superior a 15 anos) como é o caso das sementes de eucalipto. As boas condições de armazenamento não são as mesmas para as diferentes espécies. Em função disso, a classificação fisiológica das sementes de eucalipto é ortodoxa, que toleram a secagem sob umidade abaixo de 5% (base seca) e, por isso, podem ser armazenadas com sucesso sob baixas temperaturas e por longos períodos.

O processo de deterioração é a soma de todas as alterações físicas, fisiológicas, químicas e bioquímicas que ocorrem nas sementes, conduzindo-as à perda total do vigor e da viabilidade.

Testes efetuados na Austrália indicam que a manutenção da viabilidade das sementes armazenadas sob condições adequadas, para a maioria das espécies de eucalipto, pode ser alcançada com grau de umidade entre 4% e 8%. Quando as sementes não são armazenadas em recipientes impermeáveis, é aconselhável manter uma umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento entre 20% e 40% (Suiter Filho; Lisbão Junior, 1973). Entre os vários testes realizados, podem-se citar as diferenças significativas na germinação de sementes de *E.camaldulensis* e *E.tereticornis*, armazenadas por dois anos, com grau de umidade de 2,5%, 5,5% e 8,5%, concluindo que as melhores condições para a conservação das sementes dessas espécies foram aquelas com umidade de 2,5%.

Fatores que afetam a longevidade

As adversidades sofridas durante o período que vai da fertilização do óvulo até a coleta das sementes podem predispor-las à deterioração mais rápida. Estas são a falta ou excesso de chuvas, temperaturas extremas e ataque de pragas e doenças aos frutos.

As sementes e ou frutos coletados imaturos ou no solo geralmente apresentam germinação e vigor baixos, enquanto que as sementes maduras de uma mesma espécie mantêm a germinação e vigor por mais tempo sob armazenamento adequado. Nas sementes ortodoxas, como é o caso das sementes de eucalipto, o grau de umidade é um dos fatores mais importantes para a manutenção da viabilidade, ao longo do tempo. A redução do grau de umidade da semente causa diminuição da atividade metabólica, o que prolonga sua viabilidade.

Em um lote de *C. citriodora* foi constatado que as sementes maiores que 1,41 mm apresentaram maior potencial de armazenamento, podendo-se recomendar para

longo período de armazenamento, que os lotes sejam classificados e que as sementes menores que 1,41 mm sejam armazenadas separadamente das demais, ou que sejam separadas antes da semeadura, caso o lote tenha sido armazenado sem classificação (Aguiar et al., 1987).

Umidade

A germinação das sementes é altamente influenciada pelas condições de temperatura e umidade que, quando elevadas, aumentam sua atividade metabólica. A redução da umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente de armazenamento favorecem a conservação das sementes ortodoxas, entre elas as dos eucaliptos, pela redução de sua atividade metabólica. A capacidade de absorção de umidade pelas sementes varia de acordo com a composição química, a natureza e a espessura do tegumento (Willan, 1985). Para sementes ortodoxas, quando o grau de umidade está entre 5% e 14%, a longevidade da semente dobra para cada 1% de redução do grau de umidade e para cada 5 °C de redução da temperatura, dentro do ambiente de armazenamento.

Temperatura

Quanto mais baixa a temperatura do ambiente de armazenamento, tanto melhor será a conservação das sementes ortodoxas. As temperaturas entre zero e -18 °C são recomendadas para a conservação de sementes, por longos períodos de tempo, como é o caso dos Bancos Ativos de Germoplasma (BAG).

Oxigênio

O oxigênio é danoso por ser um elemento oxidante, estando sua presença diretamente relacionada com a deterioração dos tecidos. Seus efeitos danosos, também, ocorrem quando a quantidade é pequena, se as sementes estiverem armazenadas sob condições de temperatura e de umidade altas. Em contraposição, a atmosfera rica em gás carbônico é benéfica, tanto que as sementes embaladas hermeticamente são beneficiadas, pois, como a quantidade de oxigênio é limitada dentro da embalagem, as sementes vão consumindo-o e liberando gás carbônico, o que favorece a sua conservação.

Luz

As radiações ionizantes são mencionadas como fator de influência na longevidade das sementes, na natureza. As sementes ortodoxas clássicas, que toleram secagem, aparentemente não são influenciadas, contudo, para as fotoblásticas positivas, o armazenamento no escuro pode prevenir a germinação sob condições de alta umidade.

Embalagens

Existem três tipos de embalagens para acondicionar sementes, classificadas de acordo com as trocas de vapor d'água com o ambiente.

A embalagem permeável, que permite trocas de umidade entre as sementes e o ar exterior, utilizada para armazenamento por período curto de tempo, normalmente entre a coleta e a semeadura. Uma característica importante deste tipo de embalagem é que o grau de umidade das sementes varia de acordo com a umidade relativa do ar ambiente. São produzidas em papel, algodão e juta.

Embalagem semipermeável não impede completamente as variações de umidade entre as sementes e o ambiente. O acondicionamento neste tipo de embalagem necessita que o grau de umidade da semente seja 3% inferior àquele recomendado para as sementes acondicionadas em embalagem permeável, não se recomendando sua utilização para acondicionar sementes por períodos longos. São produzidas em polietileno e papel revestido com alumínio.

Embalagem impermeável não permite troca de umidade entre a semente e o ambiente, não ocorrendo variações de umidade, aumentando com isso a longevidade das sementes ortodoxas acondicionadas nestas. São produzidas em alumínio (envelopes), latas, vidros com tampa vedável e envelopes de alumínio revestidos com polietileno.

Condições adequadas de armazenamento

O objetivo do armazenamento de sementes é manter a germinação e o vigor. A duração do período de armazenamento depende de planejamento do uso futuro das sementes. Segundo Bonner (1981), período curto de armazenamento é normalmente até seis meses, período médio é de até cinco anos, e período longo mais do que cinco anos, que é utilizado nos bancos de germoplasma (Figura 4).



Foto: João Antonio Pereira Fowler

Figura 4. Banco de germoplasma da Embrapa Florestas.

As sementes maduras de todas as espécies do gênero *Eucalyptus* podem ser mantidas de 5 a 20 anos em ambiente de baixa umidade e temperatura variando de 3 °C a 5 °C, em recipiente impermeável. A maioria das espécies desse gênero pode ser armazenada por 10 anos sob temperatura ambiente, com alguma perda de viabilidade (Boland, 1985). Contudo, sementes de *E. deglupta* e *E. microtheca* têm curta viabilidade em condição ambiente e precisam ser armazenadas sob baixas temperaturas (3-5 °C) para manterem a viabilidade por mais de dois anos.

No banco de germoplasma de eucalipto da Embrapa Florestas, a temperatura é de -10 °C, garantindo a qualidade fisiológica dos lotes armazenados nessa condição.

Referências

- AGUIAR, I. B.; CARVALHO, N. M.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S.; DAMASCENO, M. C. M. Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de eucalipto. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 1, n. 1, p. 53-58, 1979.
- AGUIAR, I. B.; MARDEGAN, A. G. Beneficiamento de sementes de *Eucalyptus saligna* sm. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 2, p. 9-17, 1987.
- AGUIAR, I. B.; SADER, R.; KRONKA, S. N.; TAKAOKA, N. M. Efeitos do tamanho sobre o potencial de armazenamento de sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 1, p. 63-72, 1987.
- ARAÚJO, J.; RAMOS, A.; LEMOS, L. ALMEIDA, M. H. Aplicação de paclobutrazol num pomar de sementes de *Eucalyptus globulus* Labill. In: CONGRESSO FLORESTAL NACIONAL: os recursos florestais no desenvolvimento rural, 3. **Actas** [...]. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, 1995. v. 1, p. 373-378.
- BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; TURNBULL, K. D. A. ***Eucalyptus* seed**. Camberra: Division of Forestry Research, CSIRO, 1980.
- BOLAND, D. J. Testing and storage of *Eucalyptus* and acacia seed. In: PROCEEDINGS of workshop on seed handling and Eucalypt taxonomy. Harare: Zimbabwe Forestry Commission, 1985.
- BONNER, F. T. Storage principles for tropical tree seed. In: REUNION SOBREPROMBLEMAS EN SEMILLAS FORESTALES TROPICALES, 1., 1980. San Felipe, Bacalar. **Memória**. México: INIF, 1981. p. 213-221.
- BRASIL. **Decreto nº 5.153 em 23 de julho de 2004**. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças - SNSM, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5153.htm. Acesso em: 16 jan. 2020.
- BRASIL. **Lei nº 10.711 em 5 de agosto de 2003**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.711.htm. Acesso em: 16 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 17, de 26 de abril de 2017**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/semntes-e-mudas/publicacoes-semntes-e-mudas/INN17de28042017comANEXOS.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 56, de 8 de dezembro de 2011**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/semntes-e-mudas/publicacoes-semntes-e-mudas/INN56de8dedezembrode2011.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de fiscalização de insumos agrícolas. Coordenação de sementes e mudas. **Registro nacional de cultivares - RNC**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Portaria nº 313, de 23 de março de 2012. Aprova a Norma Regulamentadora nº 35. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 60, 27 mar. 2012.

BRUNE, A. **Implantação de populações bases de espécies florestais**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. 9 p. (EMBRAPA-URPFCS Documentos, 1). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/291023>.

CAVALCANTI, G. R. A.; GURGEL, J. T. A. Eucalyptus seed production in Brasil. In: PROCEEDINGS... Bergen: IUFRO Wkg Group on Seed Problems, 1973. 18 p.

ELDRIDGE, K. G. Genetic improvement of Eucalypts. **Silvae Genetica**, n. 27, v. 5, 1978.

FOREST COMMISSION. **Seed manual**: procedures for seed collection, handling, storage, purchase and accounting. Hobart, 1994.

FOWLER, J. A. P. Coleta e manejo de sementes florestais. In: RESENDE, A. S. de; CURCIO, G. R.; BONNET, A. (org.). **Produção de mudas espécies arbóreas nativas e suas relações ambientais no "Corredor Ecológico COMPERJ"**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. p. 30-53.

GUNN, B. Australian tree seed centre. **Operation manual**. Camberra: ATSC, CSIRO, 2001. 150 p.

HOPPE, J. M. **Produção de sementes e mudas florestais**. 2. ed. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2004. (Caderno didático, 1).

KANASHIRO, M.; KAGEYAMA, P. Y.; MÁRQUEZ, F. C. M. Peletização de sementes de *Eucalyptus* spp. **IPEF**, n.17, p. 67-73, 1978.

KRUGMAN, S. L.; JENKINSON, J. L. Pinus L. Pine. In: SHOPMEYER, C. S. (ed.). **Seeds of woody plants in the United States**. Washington, DC: U. S. Dept. of Agriculture, 1974. p. 5-40. (Agricultural Handbook, 450).

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science, Madison**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARTINS, E. G.; BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. **Rendimento no beneficiamento de lotes de sementes de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.) e bracinga argentina (*Mimosa scabrella* Var. aspericarpa) em mesa de gravidade**. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1994. 12 p. (EMBRAPA-CNPF. Circular técnica, 21). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/290747>.

PELLATI, E. V. Evolution and importance of land races in breeding. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 2., Washington, 1969. **Proceedings** [...]. Rome: FAO, 1969. (FAO-FTB-69-10/5).

SALOIO, N. R.; TOMASCHITZ, A.; VIEIRA, E. S. N. Beneficiamento de sementes de *E. cloeziana*. **Informativo Abrates**, v. 25, n. 2, 2015. Edição de resumos do 19º Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu, 2015.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511 p.

SUITER FILHO, W.; LISBÃO JUNIOR, L. Influência da umidade relativa nas características umidade, germinação, vigor e peso específico de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, n. 6, p. 39-54, 1973.

TURNBULL, J. W. The handling and storage of eucalypt seed. In: TRAINING course on forest seed collection and handling. Rome: FAO; Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 1975. v. 2. p. 101-122.

WELCH, C. B. **Beneficiamento de sementes no Brasil**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1973. 205 p.

WILLAN, R. L. **A guide to forest seed handling**: with special reference to tropics. Rome: FAO, 1985. 379 p. (FAO. Forestry paper, 20/2).

WEULE, G. Eucalypts: 10 things you may not know about an iconic Australian. **ABC Science**, 27 jan. 2018. Disponível em: <https://www.abc.net.au/news/science/2018-01-26/eucalyptus-trees-an-iconic-australian/9330782>. Acesso em: 30 jan. 2019.

ZANI FILHO, J.; KAGEYAMA, P. Y. A produção de sementes melhoradas de espécies florestais, com ênfase em *Eucalyptus*. **IPEF**, n. 27, p. 49-52, 1984.

