



Produção de Mudas de Espécies Florestais Nativas

Luiz Fernandes Silva Dionisio
Camila de Almeida Milhomem
Cristiano Bueno de Moraes
Gustavo Schwartz



AYA EDITORA
2025

Produção de Mudanças de Espécies Florestais Nativas

Luiz Fernandes Silva Dionisio
Camila de Almeida Milhomem
Cristiano Bueno de Moraes
Gustavo Schwartz

Produção de Mudanças de Espécies Florestais Nativas



Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Autores

Prof.º Dr. Luiz Fernandes Silva Dionísio

Esp. Camila de Almeida Milhomem

Prof.º Dr. Cristiano Bueno de Moraes

Pesq. Dr. Gustavo Schwartz

Capa

AYA Editora©

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora©

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Ciências Agrárias

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva (UNIDAVI)

Prof.ª Dr.ª Adriana Almeida Lima (UEA)

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza (UCPEL)

Prof.º Dr. Alaerte Antonio Martelli Contini (UFGD)

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos (IFAP)

Prof.º Dr. Carlos Eduardo Ferreira Costa (UNITINS)

Prof.º Dr. Carlos López Noriega (USP)

Prof.ª Dr.ª Claudia Flores Rodrigues (PUCRS)

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria de Genaro Chirolí (UTFPR)

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota (IFPI)

Prof.ª Dr.ª Déa Nunes Fernandes (IFMA)

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis (UEMG)

Prof.º Dr. Denison Melo de Aguiar (UEA)

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos (UNIFAP)

Prof.º Dr. Gilberto Zammar (UTFPR)

Prof.º Dr. Gustavo de Souza Preussler (UFGD)

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota (IF Baiano)

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza (UFS)

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso (UNISC)

Prof.ª Dr.ª Jéssyka Maria Nunes Galvão (UFPE)

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski (UTFPR)

Prof.º Dr. João Paulo Roberti Junior (UFRR)

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra (IFCE)

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho (UFRPE)

Prof.ª Dr.ª Marcia Cristina Nery da Fonseca Rocha Medina (UEA)

Prof.ª Dr.ª Maria Gardênia Sousa Batista (UESPI)

Prof.º Dr. Myller Augusto Santos Gomes (UTFPR)

Prof.º Dr. Pedro Fauth Manhães Miranda (UEPG)

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes (UFRA)
Prof.º Dr. Raimundo Santos de Castro (IFMA)
Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani (UTFPR)
Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira (IFAC)
Prof.º Dr. Rômulo Damasclin Chaves dos Santos (ITA)
Prof.ª Dr.ª Sílvia Gaia (UTFPR)
Prof.ª Dr.ª Tânia do Carmo (UFPR)
Prof.º Dr. Ygor Felipe Távora da Silva (UEA)

Conselho Científico

Prof.º Me. Abraão Lucas Ferreira Guimarães (CIESA)
Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz (UniCesumar)
Prof.º Dr. Clécio Danilo Dias da Silva (UFRGS)
Prof.ª Ma. Denise Pereira (FASU)
Prof.º Me. Ednan Galvão Santos (IF Baiano)
Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig (UFPR)
Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva (HONPAR)
Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues (FASF)
Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti (UFPR)
Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim (FASF)
Prof.ª Dr.ª Lucimara Glap (FCSA)
Prof.ª Dr.ª Maria Auxiliadora de Souza Ruiz (UNIDA)
Prof.º Dr. Milson dos Santos Barbosa (UniOPET)
Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch (FASF)
Prof.ª Dr.ª Rosângela de França Bail (CESCAGE)
Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens (FASF)
Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares (UFPI)
Prof.ª Dr.ª Sílvia Aparecida Medeiros Rodrigues (FASF)
Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda Santos (UTFPR)
Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues (IFSC)

© 2025 - AYA Editora

O conteúdo deste livro foi enviado pelo autor para publicação em acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). Este livro, incluindo todas as ilustrações, informações e opiniões nele contidas, é resultado da criação intelectual exclusiva do autor, que detém total responsabilidade pelo conteúdo apresentado.

As informações e interpretações aqui expressas refletem unicamente as perspectivas e visões pessoais do autor e não representam, necessariamente, a opinião ou posição da editora. A função da editora foi estritamente técnica, limitando-se aos serviços de diagramação e registro da obra, sem qualquer interferência ou influência sobre o conteúdo ou opiniões apresentadas. Quaisquer questionamentos, interpretações ou inferências decorrentes do conteúdo deste livro devem ser direcionados exclusivamente ao autor.

D592 Dionísio, Luiz Fernandes Silva

Produção de mudas de espécies florestais nativas [recurso eletrônico]. / Luis Fernandes Silva Dionísio...[et al.]. -- Ponta Grossa: Aya, 2025. 75 p.

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-5379-721-5

DOI: 10.47573/aya.5379.1.357

1. Ciência Florestal. 2. Árvores- Mudas. 3. Viveiros florestais. 3. Milhomem, Camila de Almeida. II. Moraes, Cristiano Bueno de. III. Schwartz, Gustavo. IV. Título

CDD: 634.9562

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora LTDA

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

WhatsApp: +55 42 99906-0630

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
84.071-150

SUMÁRIO

PREFÁCIO	8
INTRODUÇÃO	9
NORMAS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS	11
MANEJO E TIPOS DE VIVEIROS	14
Tipos de Viveiros Florestais	14
Definição do Local de Instalação do Viveiro	16
Etapas Pré-Viveiro e Viveiro	17
PROCESSOS GERMINATIVOS	19
A Semente	19
Germinação da Semente	20
Fatores que Influenciam na Germinação	21
Tipos de Dormência em Sementes	24
Métodos de Superação de Dormência	28
Teste de Germinação	33
Produção de Mudanças em Sementeiras	38
Produção de Mudanças em Recipientes	45
Tipos de Recipientes	47
SUBSTRATO	53
Características Físicas	54
SEMEADURA	60
Época de Semeadura	60
PREPARO DAS MUDAS PARA EXPEDIÇÃO	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS	66
SOBRE OS AUTORES	68
ÍNDICE REMISSIVO	70

PREFÁCIO

A natureza, em sua complexidade e generosidade, sempre nos ofereceu as ferramentas necessárias para coexistir em harmonia com o planeta. No entanto, em meio aos desafios ambientais do século XXI — desmatamento, mudanças climáticas e perda acelerada de biodiversidade —, a humanidade é convocada a reverter práticas predatórias e abraçar a regeneração. Nesse contexto, a produção de mudas de espécies florestais nativas surge não apenas como uma técnica, mas como um ato de resgate, um compromisso com o futuro.

Este livro, *“Produção de Mudanças de Espécies Florestais Nativas”*, nasce da urgência de compartilhar conhecimento científico aliado à prática, consolidando décadas de pesquisas, experimentos e saberes tradicionais. Seu objetivo é claro: oferecer um guia detalhado e acessível para técnicos, estudantes, pesquisadores e entusiastas que desejam contribuir para a restauração de ecossistemas e a conservação da flora brasileira.

Ao longo das páginas que seguem, mergulhamos nas etapas essenciais para o sucesso na produção de mudas — desde a coleta de sementes em matrizes saudáveis até o manejo adequado das plantas jovens. Abordamos não apenas os aspectos técnicos, como substratos, irrigação e controle fitossanitário, mas também a importância de compreender a ecologia de cada espécie, respeitando seu ritmo biológico e suas interações com o ambiente.

Destaco ainda a relevância de integrar o conhecimento acadêmico às práticas locais. Muitas comunidades tradicionais já dominam, há gerações, técnicas eficazes de propagação de espécies nativas, e esse diálogo entre ciência e sabedoria ancestral é fundamental para projetos de reflorestamento sustentáveis e culturalmente sensíveis.

Este trabalho não seria possível sem a colaboração de colegas pesquisadores, instituições dedicadas à preservação ambiental e, sobretudo, àqueles que acreditam que cada muda plantada é um passo em direção a um mundo mais verde e resiliente. Que este livro inspire ações concretas, mobilize iniciativas e fortaleça a rede de pessoas comprometidas com a proteção das florestas nativas.

Ao leitor, deixo um convite: que as informações aqui contidas não permaneçam apenas no papel, mas se transformem em mudas vigorosas, capazes de florescer não apenas no solo, mas também na consciência de cada um. O futuro das nossas florestas depende do que plantamos hoje.

INTRODUÇÃO

Os recursos naturais constituem a principal riqueza nacional, tendo sido explorados e, infelizmente, negligenciados ao longo dos últimos séculos. Em decorrência disto, há uma grande pressão sobre os remanescentes florestais do país, restando, na maioria das regiões brasileiras, somente fragmentos florestais, muitos deles em alto grau de antropização. Ressalta-se que nosso patrimônio florestal requer enorme responsabilidade quanto a sua conversação e ao manejo, de maneira a atender às demandas socioambientais. Neste sentido, deve-se dar atenção especial à geração de conhecimento técnico e aplicação e difusão de novas tecnologias.

A produção de sementes e mudas florestais nativas deve ser embasado em parâmetros técnicos consistentes e bem elaborados. As mudas destinadas à comercialização devem possuir excelente qualidade, resultando em produtos valorizados no mercado, sem problemas na formação do sistema aéreo e radicular, nos aspectos fisiológicos, nutricionais e fitossanitários para que se estabeleçam eficientemente após o plantio.

A produção de mudas florestais, entre as atividades da silvicultura é uma das mais importantes, pois representa o início de uma cadeia de operações que visam o estabelecimento de florestas e povoamentos.

Deste modo, o sucesso da implantação e da produção florestal estão diretamente relacionados a qualidade das operações de viveiro e do seu produto, que são as mudas. O planejamento, a escolha da estrutura, os equipamentos, a instalação e as operações de viveiros têm propiciado cada vez mais a atuação de Engenheiros Florestais neste segmento. A necessidade de produzir mudas com melhor qualidade e menor custo é um desafio constante, e que tem exigido a capacitação e atualização dos profissionais que atuam nesta atividade.

A necessidade de produção de mudas em escala comercial, resultado da crescente demanda de produtos florestais, tem levado a multiplicação de viveiros por todo o país, bem como a adoção de sistemas mecanizados e automatizados de produção. Diversos equipamentos para uso em viveiro têm

sido desenvolvidos nos últimos anos, destacando-se semeadeiras, pulverizadores, equipamentos de irrigação e mais recentes robôs na produção.

Este livro, foi elaborado com o objetivo de auxiliar os viveiristas e acadêmicos dos cursos de Engenharia Florestal e Agronomia nas disciplinas de silvicultura e sementes e viveiros florestais.

NORMAS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

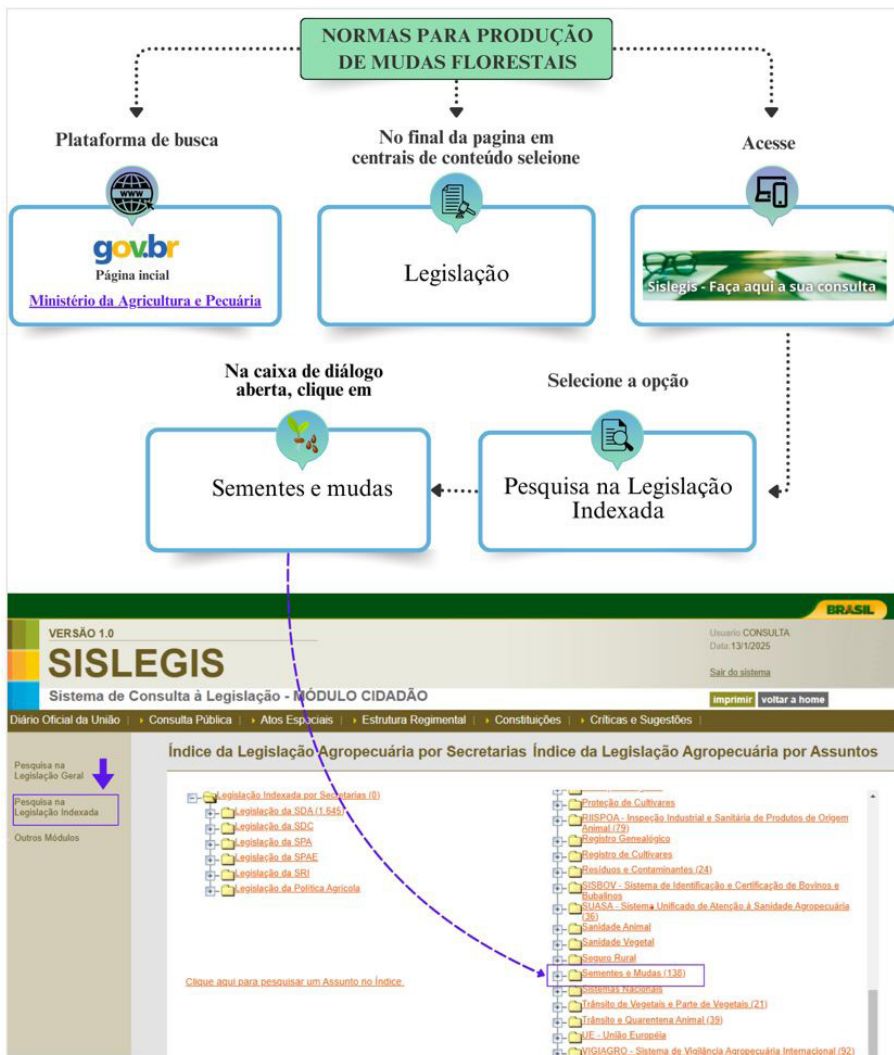
O setor produtivo de sementes e mudas no Brasil é regulamentado pelo Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004, que aprovou o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. A legislação institui o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM), e estabelece que todas as atividades previstas no regulamento devem ser executadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), conforme as competências definidas no art. 5º da Lei.

Além dessa legislação, devem ser levado em consideração (i) a Instrução Normativa MAPA nº 24, de 16 de dezembro de 2005, que aprova as Normas para a Produção, Comercialização e Utilização de Mudas, (ii) a Instrução Normativa MAPA nº 9, de 02 de junho de 2005, que aprova as Normas para a Produção, Comercialização e Utilização de Sementes e da qual alguns anexos são também utilizados pelos produtores de mudas e, ainda, (iii) a Instrução de Serviço CSM nº 1/2005, que trata das taxas decorrentes da inscrição no Registro Nacional de Sementes e Mudas - RENASEM.

No caso específico de produção de mudas de espécies florestais nativas, deve-se observar, ainda, o capítulo XII do Decreto 5.153/2004, em seus artigos 143 a 175. Para elaboração das normas complementares a estes artigos o MAPA instituiu uma comissão (MAPA, 2013).

Os textos da citada legislação se encontram disponíveis na página eletrônica do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (www.agricultura.gov.br) (figura 1).

Figura 1 - Fluxograma ilustrativo para consultar as Normas para Produção de Mudas Florestais no portal do Ministério da Agricultura e Pecuária.



Fonte: autoria própria.

Neste livro serão sinalizadas as condições mínimas que todos os viveiros devem atender para funcionar de maneira legal perante o MAPA e profissionalizar sua produção. As orientações aqui contidas servirão como elemento norteador para os produtores de mudas estabelecerem sua produção da melhor maneira possível, visando produzir mudas de qualidade e atender a demanda do mercado dentro da legislação vigente.

*Toda pessoa física ou jurídica que exerça atividade de produção, beneficiamento, embalagem, armazenamento, análise, comércio, importação ou exportação de semente ou muda, é obrigada a se inscrever no **Registro Nacional de Sementes e Mudanças** - RENASEM.*

Para inscrição no RENASEM o produtor ou comerciante de mudas deve dirigir-se à unidade do MAPA no Estado onde tenha sede e apresentar requerimento em modelo próprio, conforme sub-item 5.1 das Normas para Produção, Comercialização e Utilização de Mudanças, oficializadas pela Instrução Normativa MAPA 24/2005.

Na página eletrônica www.agricultura.gov.br encontram-se a relação das unidades do MAPA nos Estados e os respectivos endereços.

Na forma em que estão organizados, o Regulamento e as Normas Complementares sobre mudas e sementes objetivam disponibilizar materiais de reprodução e multiplicação vegetal para o sistema produtivo de sementes e mudas, com garantias de identidade e qualidade, respeitadas as particularidades de cada espécie. Para tanto a produção de sementes e mudas deverá obedecer às normas e aos padrões de identidade e de qualidade, estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, publicados no Diário Oficial da União.

As atividades de produção de sementes e mudas deverão ser realizadas sob a supervisão e o acompanhamento do responsável técnico, em todas as fases, inclusive nas auditorias. O responsável técnico pela produção de sementes ou mudas é o Engenheiro Florestal ou Engenheiro Agrônomo, registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA, a quem compete a responsabilidade técnica pela produção, beneficiamento, embalagem ou análise de sementes ou mudas em todas as suas fases, na sua respectiva área de habilitação profissional.

Estas informações objetivam chamar atenção dos produtores para iniciarem a organização do sistema de sua produção, adequando-se à legislação vigente.

MANEJO E TIPOS DE VIVEIROS

Os viveiros florestais são unidades estratégicas para a produção de mudas de espécies nativas ou exóticas, garantindo que estas alcancem padrões de vigor, sanidade e resistência adequados para sobreviverem às condições adversas do ambiente após o plantio definitivo. O manejo eficiente dessas estruturas é fundamental para o sucesso de projetos de recuperação de áreas degradadas, arborização urbana ou silvicultura produtiva. Abaixo, detalham-se os tipos de viveiros, suas particularidades e as práticas essenciais para sua operação.

Tipos de Viveiros Florestais

Os viveiros são classificados conforme sua finalidade, escala e duração:

A) Viveiro Permanente:

- **Características:** Infraestrutura robusta, com operação contínua e planejamento de longo prazo.
- **Objetivo:** Atender demandas comerciais ou institucionais em larga escala, como programas governamentais ou venda de mudas.
- **Recursos:** Utiliza tecnologia avançada (e.g., sistemas automatizados de irrigação, controle climático) e maior investimento financeiro.
- **Vantagens:** Alta produtividade, padronização das mudas e capacidade de diversificação de espécies.

B) Viveiro Temporário (ou “de Campanha”):

- **Características:** Estrutura simplificada, montada próximo à área de plantio definitivo.
- **Objetivo:** Produção sazonal para projetos específicos, como recuperação de áreas localizadas ou plantios comunitários.
- **Recursos:** Baixo custo operacional, com uso de materiais locais (e.g., bambu, telas improvisadas) e mão de obra regional.

- **Vantagens:** Flexibilidade logística e redução de custos com transporte de mudas.

Na atividade de produção de mudas a estrutura e organização dos viveiros são extremamente importantes para obtenção de mudas de qualidade, produzindo plantas de espécies adequadas e em quantidade necessária à demanda, respeitando-se a época e o destino do plantio. Para isso é extremamente importante planejar corretamente as instalações do viveiro, ter conhecimento suficiente das técnicas para operacionalizá-lo e administrá-lo, além de obter excelente qualidade em sua produção e com menor custo possível.

A obtenção do sucesso na implementação de povoamentos florestais para recuperação de áreas degradadas, bem como para arborização de ruas, depende principalmente da qualidade das mudas utilizadas no plantio. Para tanto, são relacionadas neste manual as técnicas ideais para o manejo de viveiros, desde os processos germinativos para a obtenção das plântulas até a liberação dos lotes de mudas para o plantio.

É fácil visualizar toda a dinâmica operacional de um viveiro (figura 2), cujas etapas são: a obtenção de sementes; o beneficiamento; o armazenamento; a quebra da dormência (caso necessário); o preparo das sementeiras; o processo de semeadura; o estabelecimento das mudas em canteiros e o manejo das mudas até o processo de expedição.

Figura 2 - Processos de produção de mudas de *Bertholletia excelsa* (da recepção de sementes à produção de mudas em viveiro).



Fonte: autoria própria.

Definição do Local de Instalação do Viveiro

O importante ao se planejar a instalação de um viveiro é observar os aspectos econômicos, climáticos, topográficos e logísticos do local escolhido. Para um produtor de sementes e mudas se estabelecer de maneira satisfatória no mercado, é de primordial importância o conhecimento da demanda e da oferta de mudas da região, bem como localizar o centro consumidor das espécies produzidas no viveiro. Com essas informações podem-se otimizar os gastos com transporte da produção, minimizando as distâncias entre o centro produtor e consumidor do produto.

A facilidade de obtenção de mão-de-obra (demanda e qualificação) na região de produção também deve ser considerada, pois isto determina o sucesso do empreendimento e o custo com os colaboradores/funcionários. Outro fator importante a se considerar é a declividade do terreno, que de preferência deve ser plano (entre 0,5 e 1% declividade), para facilitar a implementação das técnicas. Além disso, a disponibilidade de iluminação em grande parte do dia, o correto dimensionamento dos diferentes espaços do viveiro e a previsão de espaço para ampliação da produção, são importantes aspectos a serem considerados antes da implantação do viveiro, vislumbrando-se investimentos futuros. Na prática, do espaço disponível para implantação de um viveiro, 70% é de fato utilizado para a produção, sendo o restante, 30%, ocupado por corredores de circulação e sistema de escoamento d'água (figura 3).

Outro fator extremamente importante na escolha da área para instalação é o suprimento de água de qualidade e quantidade para a produção. Alguns aspectos relacionados à qualidade da água de abastecimento devem ser considerados, para não comprometer a produção, tais como: Salinidade, Condutividade elétrica da água, Sais totais em solução, Toxidez de Íons (afeta espécies sensíveis), Sódio, Cloreto, Boro, Nitrogênio e Bicarbonato.

Figura 3 - Viveiros de produção de mudas florestais



Fonte: autoria própria.

Etapas Pré-Viveiro e Viveiro

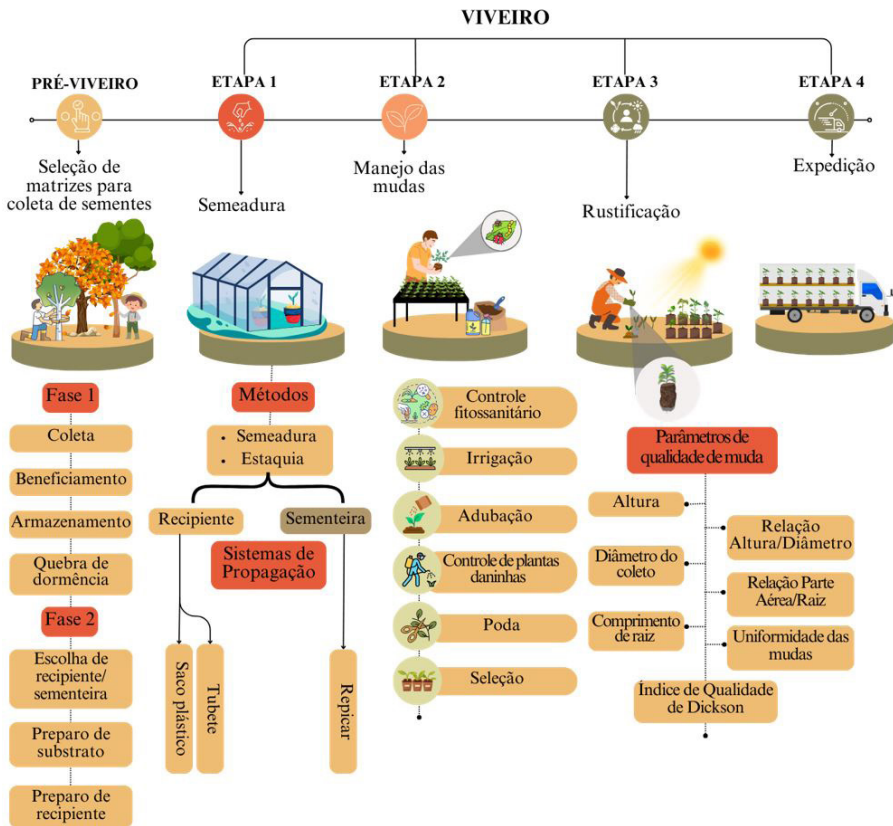
A produção de mudas de qualidade envolve diversas etapas fundamentais que garantem o crescimento saudável e adequado das plantas. O processo inicia-se com a coleta das sementes, seguida do beneficiamento para remoção de impurezas e armazenamento adequado. Em alguns casos, é necessário realizar a quebra de dormência para estimular a germinação (figura 4).

Na segunda fase, ocorre a escolha do recipiente ou sementeira para a propagação das mudas, podendo-se utilizar sacos plásticos ou tubetes. O preparo do substrato e do recipiente é essencial para fornecer um ambiente propício ao desenvolvimento inicial da planta.

Os métodos de propagação incluem a semeadura direta ou a estaquia, sendo que cada técnica apresenta vantagens específicas conforme a espécie e os objetivos do cultivo. Durante o crescimento das mudas, é fundamental adotar boas práticas de manejo, como o controle fitossanitário para evitar pragas e doenças, irrigação adequada, adubação equilibrada, controle de plantas daninhas e realização de podas quando necessário. Além disso, a seleção das mudas mais vigorosas contribui para a obtenção de um viveiro mais produtivo.

Por fim, a qualidade das mudas é avaliada com base em diversos parâmetros, incluindo altura, diâmetro do coleto, comprimento da raiz e a relação entre altura e diâmetro. Outros critérios como a relação entre a parte aérea e o sistema radicular, a uniformidade das mudas e o Índice de Qualidade de Dickson são utilizados para assegurar que as plantas estejam aptas para o plantio definitivo, promovendo maior sucesso no estabelecimento e desenvolvimento em campo.

Figura 4 - Etapas pré-viveiro e viveiro, indicando todas os passos desde a seleção de matrizes para coleta de sementes, até o momento da expedição das mudas.



Fonte: autoria própria.

PROCESSOS GERMINATIVOS

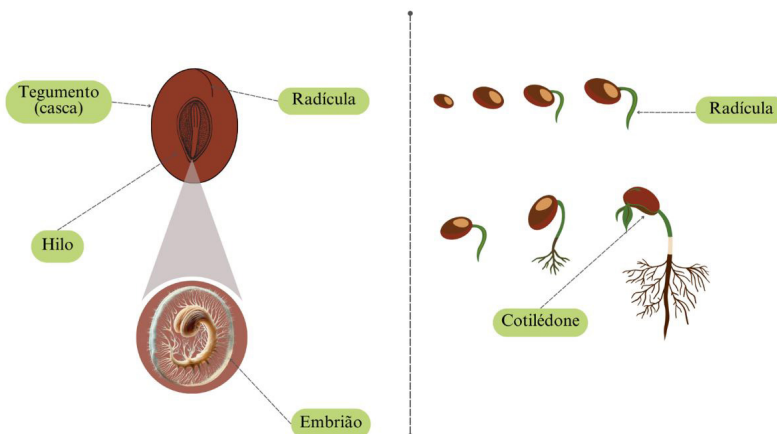
A Semente

A semente é uma estrutura complexa e vital para a reprodução das plantas angiospermas e gimnospermas. Ela contém o embrião, reservas nutritivas e está protegida por um revestimento externo chamado **tegumento** ou **testa**. Sua função é garantir a sobrevivência da espécie em condições adversas e iniciar o desenvolvimento de uma nova planta quando as condições ambientais são favoráveis.

A semente é um óvulo que após ser fecundado e desenvolvido, constitui a unidade de dispersão de dois grandes grupos vegetais: as gimnospermas e as angiospermas. O primeiro grupo, cujos exemplos mais marcantes são os pinheiros, produz sementes nuas (sem fruto) e o segundo grupo, predominante na flora brasileira, tem suas sementes protegidas pelos frutos.

A semente possui um envoltório externo (casca ou tegumento), o hilo (cicatriz deixada pelo tecido que unia o óvulo à parede do ovário – (figura 5); internamente, um embrião e o endosperma (tecido para nutrição do embrião).

Figura 5 - Esquema representando as partes de uma semente (em cima, à esquerda) e as fases do desenvolvimento da plântula (à direita).



Fonte: autoria própria.

Germinação da Semente

A germinação é o processo pelo qual uma semente desenvolve-se em uma nova planta, marcando o início do ciclo de vida vegetal. Esse fenômeno ocorre quando condições ambientais adequadas (água, oxigênio, temperatura e, em alguns casos, luz) ativam o metabolismo do embrião, permitindo seu crescimento. Durante a sua formação a semente perde umidade, o que evita a germinação dentro do fruto ou junto ao corpo da planta-mãe, bem como sua deterioração pelo ataque de microrganismos. Essa redução no teor de umidade faz com que o embrião tenha seu metabolismo reduzido, aguardando condições favoráveis para que ele se desenvolva e origine uma nova planta.

Figura 6 - Processo de germinação de sementes, destacando as condições necessárias, os processos envolvidos e os fatores que influenciam a formação da plântula.



Fonte: autoria própria.

Etapas da Germinação

A) Embebição

- **Absorção de água:** A semente absorve água através do tegumento, causando inchaço e ruptura da testa.
- **Reativação metabólica:** A água reidrata células e organelas, reativando processos bioquímicos (respiração celular e síntese de ATP).

B) Ativação enzimática

- **Hidrólise de reservas:** Enzimas como α -amilase (quebra amido), proteases (quebra proteínas) e lipases (quebra lipídios) convertem reservas do endosperma ou cotilédones em nutrientes simples (glicose, aminoácidos, ácidos graxos).
- **Exemplo:** Em sementes de feijão (dicotiledôneas), os cotilédones alimentam o embrião; no milho (monocotiledônea), o endosperma é a principal reserva.

C) Crescimento do embrião

- **Radícula:** Primeira estrutura a emergir, formando a raiz primária para fixação e absorção de água/nutrientes.
- **Alongamento do hipocótilo ou epicótilo:**
 - **Germinação epígea:** O hipocótilo alonga-se, elevando os cotilédones acima do solo (ex: feijão).
 - **Germinação hipógea:** O epicótilo alonga-se, mantendo os cotilédones subterrâneos (ex: ervilha).
- **Plúmula:** Desenvolve-se em caules e folhas, iniciando a fotossíntese.

Fatores que Influenciam na Germinação

A germinação tem seu marco inicial com a absorção de água (hidratação), um processo passivo que não requer atividade metabólica, ocorrendo inclusive em sementes não viáveis. Posteriormente, ocorre a ativação enzimática, que decorre da reativação de proteínas previamente armazenadas durante o desenvolvimento do embrião. Paralelamente, assim que o proces-

so germinativo é desencadeado, há a síntese de novo de enzimas, essenciais para sustentar as etapas subseqüentes do crescimento.

O primeiro indício visível da germinação é a **emergência da radícula** (figura 5), estrutura precursora da raiz. O processo germinativo é considerado finalizado quando a plântula, já fotossintetizante e capaz de absorver água de forma autônoma, torna-se independente das reservas nutricionais da semente.

A **dormência**, por sua vez, é um mecanismo adaptativo essencial para a sobrevivência das plantas. Garante que as sementes permaneçam viáveis no banco de sementes do solo até que condições ambientais favoráveis (como umidade, temperatura ou luz adequadas) sejam alcançadas (Fernández *et al.*, 2019). Essa estratégia é comum em espécies de regeneração natural ou em ambientes sujeitos a variações sazonais extremas, como secas ou geadas.

É interessante notar que muitas das espécies que crescem em áreas de grande variação estacional – de temperatura ou de estresse hídrico – requerem um período de “latência” antes de sua germinação. Algumas sementes não germinam na natureza enquanto sua casca não for retirada ou rompida, permitindo a entrada de água ou oxigênio no interior da mesma. Outras só germinarão na natureza se passarem pelo interior do trato digestivo de um animal, causando assim o desgaste da casca (tegumento) pela ação do suco gástrico.

Como saber se uma espécie possui sementes dormentes? É importante ter sempre à mão uma bibliografia especializada para buscar essa e outras informações sobre as espécies com as quais queremos trabalhar. No entanto, se o viveirista não dispõe desse material de consulta, ele deve mergulhar as sementes em água à temperatura ambiente e deixá-las ali por 24 h. Se após esse período as sementes não incharem, indicando que absorveram água, é provável que esta espécie apresente dormência física.

Além dessa impermeabilidade da casca à água, existem outras formas de dormência em sementes, como: presença de inibidores da germinação, embrião imaturo e a combinação dos fatores mencionados. Em sementes com tegumentos impermeáveis, a impermeabilidade à água (dormência física) é uma adaptação para evitar germinação precoce. Já em espécies de climas sazonais, a dormência fisiológica frequentemente exige um período de “amadurecimento pós-dispersão” (after-ripening) para ativar o metabolismo embrionário.

Germinação de Sementes Frente às Mudanças Climáticas

As mudanças climáticas já não são uma ameaça distante. Elas estão aqui, transformando ecossistemas e desafiando a sobrevivência de inúmeras espécies. Para as plantas, esse desafio começa logo no início da vida, no momento crucial da germinação. Desde o instante em que uma semente é dispersa até o surgimento de uma muda, cada etapa do processo é influenciada por fatores como temperatura, umidade e interações com outros organismos. Em um mundo onde secas prolongadas, geadas intensas e ondas de calor se tornam cada vez mais frequentes, as sementes precisam se adaptar para garantir que novas gerações de plantas possam florescer.

Uma das estratégias mais fascinantes das sementes é a dormência. Em regiões onde as condições ambientais são extremas, como desertos ou áreas propensas a geadas, muitas sementes entram em um estado de “repouso”. Elas aguardam o momento certo, quando a temperatura e a umidade estão favoráveis, para germinar. Essa espera pode durar dias, meses ou até anos, dependendo da espécie e do ambiente. A dormência é como um relógio biológico que garante que a semente não germine em um momento inadequado, quando as chances de sobrevivência seriam mínimas.

No entanto, as mudanças climáticas estão alterando as regras do jogo. O aumento da temperatura e a redução das chuvas em muitas regiões estão criando ambientes hostis para a germinação. Sementes que antes germinavam com facilidade agora enfrentam desafios como a predação por insetos e a competição por recursos escassos. Em alguns casos, as taxas de germinação caem drasticamente, e as mudas que conseguem emergir lutam para se estabelecer em solos secos e pobres em nutrientes.

Diante desses desafios, as sementes de algumas espécies desenvolveram uma adaptação notável: o aumento do tamanho. Sementes maiores armazenam mais reservas de água e nutrientes, o que as torna mais resistentes a condições adversas. Em ambientes áridos ou com secas prolongadas, essas sementes têm uma vantagem crucial: elas podem sustentar o crescimento inicial da muda até que esta consiga desenvolver raízes profundas e acessar água no solo. Essa característica é especialmente importante em cenários de mudanças climáticas, onde a disponibilidade de recursos é imprevisível.

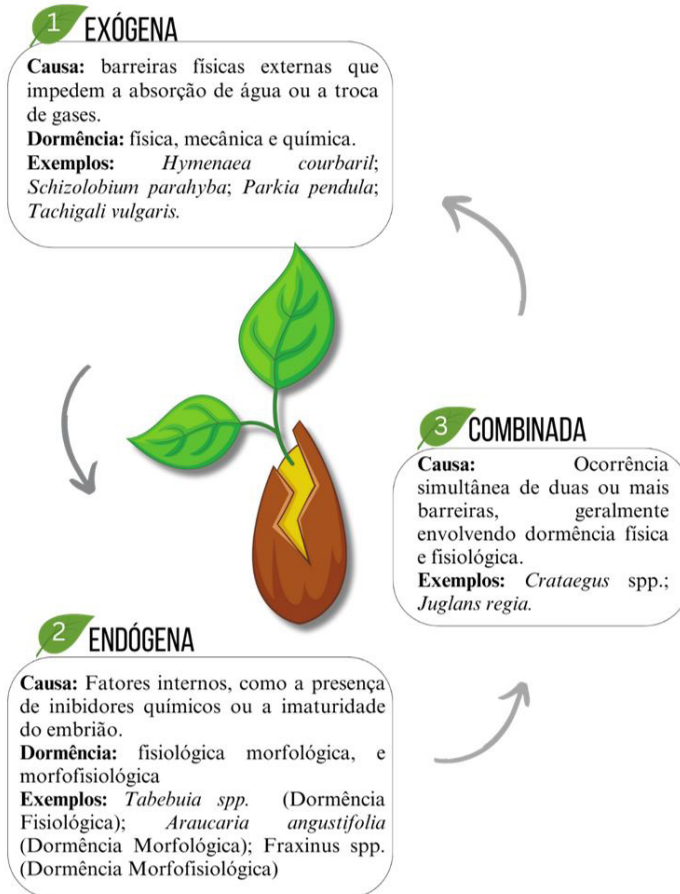
Mas as adaptações das sementes não param por aí. As mudanças climáticas também estão transformando as interações ecológicas que afetam a germinação. Por exemplo, o parasitismo de sementes por larvas de insetos e fungos patogênicos é um destino comum em muitas florestas. No entanto, o aumento da temperatura e da seca pode reduzir a incidência desses parasitas, pois eles dependem de condições específicas para se desenvolver. Curiosamente, sementes maiores, devido à sua maior biomassa, continuam a ser mais suscetíveis a infestações. Isso porque elas oferecem mais recursos para a sobrevivência desses organismos, criando um delicado equilíbrio entre vantagens e desvantagens.

Em um mundo em transformação, as sementes são verdadeiras sobreviventes. Suas adaptações, desde a dormência até o aumento do tamanho, refletem milhões de anos de evolução em resposta a desafios ambientais. Agora, diante das mudanças climáticas, essas estratégias estão sendo postas à prova como nunca antes. Compreender como as sementes respondem a esses desafios não apenas nos ajuda a proteger a biodiversidade, mas também a garantir que as florestas e ecossistemas do futuro possam florescer, mesmo em um clima incerto.

Tipos de Dormência em Sementes

A dormência em sementes florestais é um mecanismo evolutivo que garante a germinação apenas em condições ideais (Yang *et al.*, 2020), aumentando as chances de sobrevivência das plântulas. Ela é classificada em **dormência exógena (relacionada a estruturas externas ao embrião)** e **dormência endógena (associada ao próprio embrião)**. Em alguns casos, ocorre **dormência combinada (exógena + endógena)** (figura 7).

Figura 7 - Classificação dos tipos de dormências em sementes de espécies florestais.



Fonte: autoria própria.

Dormência Física (Tegumento ou Casca)

A **dormência física** (também chamada de **dormência tegumentar** ou **exógena**) é um mecanismo de sobrevivência das plantas que impede a germinação de sementes mesmo em condições aparentemente favoráveis. Ela está diretamente relacionada à estrutura física do tegumento (casca) da semente, que atua como uma barreira impermeável à água e/ou gases. Essa dormência é comum em famílias como **Fabaceae** (feijão - *Phaseolus vulgaris*

e acácia -*Acacia* spp.), **Malvaceae** (algodão - *Gossypium* spp.), **Cistaceae** (esteva - *Cistus ladanifer*) e **Anacardiaceae** (sucupira - *Bowdichia virgilioides*).

A dormência física é uma estratégia evolutiva crucial para a persistência de muitas espécies em ambientes imprevisíveis. Seu estudo é essencial tanto para a conservação de ecossistemas quanto para o aprimoramento de técnicas de manejo.

Dormência Mecânica

A **dormência mecânica** é um tipo de dormência em que o tegumento (casca) da semente é rígido e resistente, impedindo a expansão do embrião e, conseqüentemente, a germinação. É comum em espécies florestais, especialmente em ambientes onde a germinação precoce poderia ser desvantajosa (ex.: regiões com estações secas ou incêndios frequentes). Essa dormência é comum em famílias como: **Fabaceae**: Sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides*): tegumento extremamente duro; Mulungu (*Erythrina velutina*): sementes com casca lenhosa; **Angico** (*Anadenanthera* spp.); **Malvaceae**: Paineira (*Ceiba speciosa*): sementes envolvidas por fibras resistentes; **Anacardiaceae**: Aroeira (*Schinus terebinthifolia*): tegumento espesso e rígido e **Arecaceae**: Coco-da-bahia (*Syagrus coronata*): endocarpo extremamente duro.

A dormência mecânica em sementes florestais é uma adaptação evolutiva que equilibra sobrevivência e regeneração em ecossistemas complexos. Seu entendimento é crucial para a conservação da biodiversidade e o sucesso de projetos de reflorestamento, exigindo técnicas específicas para superar a barreira física do tegumento e garantir a germinação eficiente.

Dormência Química

A **dormência química** é um tipo de dormência **exógena** causada pela presença de substâncias inibidoras no tegumento (casca), fruto ou tecidos circundantes da semente. Esses compostos químicos bloqueiam a germinação mesmo em condições ambientais favoráveis, garantindo que a semente só germine após eventos específicos (ex.: chuva intensa, passagem pelo trato digestivo de animais). É comum em espécies de ecossistemas sazonais ou sujeitos a distúrbios naturais.

Dormência Morfológica

A **dormência morfológica** é um tipo de **dormência endógena** em que a semente não germina porque o **embrião está imaturo ou subdesenvolvido** no momento da dispersão. Nesse caso, mesmo em condições ambientais favoráveis (umidade, temperatura e oxigênio adequados), a germinação só ocorrerá após o embrião completar seu desenvolvimento dentro da semente. É comum em espécies florestais de climas temperados e tropicais, especialmente em plantas com frutos carnosos ou ciclos de vida longos.

Dormência Interna

A **dormência interna** (ou **endógena**) é um tipo de dormência em que a incapacidade de germinação está relacionada a **fatores internos do embrião**, como imaturidade fisiológica, presença de inibidores químicos ou desenvolvimento incompleto. Diferente da dormência exógena (causada pelo tegumento), aqui a barreira está no próprio embrião. É comum em espécies florestais, frutíferas e plantas de climas sazonais.

Tabela 1 - Classificação dos tipos de dormência em espécies florestais.

Classificação	Tipos de dormência	Causas	Exemplos	Métodos de quebra da dormência
Dormência Exógena	Física (Tegumentar)	Tegumento impermeável à água e/ou gases devido a substâncias como lignina, suberina ou cutina.	Fabaceae: sucupira-preta (<i>Bowdichia virgilioides</i>) Malvaceae: paineira (<i>Ceiba speciosa</i>).	Escarificação mecânica (lixamento), térmica (água quente) ou química (ácidos)
	Mecânica	Tegumento rígido que impede a expansão do embrião, mesmo com entrada de água e oxigênio.	Arecaceae: Cocoloba (<i>Syagrus coronata</i>). Anacardiaceae: Aroeira (<i>Schinus terebinthifolia</i>).	Escarificação (corte, impacto) ou exposição ao fogo.
	Química	Presença de inibidores químicos no tegumento ou fruto (ex.: fenóis, ácido abscísico).	Espécies de <i>Eucalyptus</i> (compostos inibidores no tegumento). Tomateiro-do-mato (<i>Solanum spp.</i>).	Lavagem em água corrente (lixiviação) ou remoção do tegumento.

Classificação	Tipos de dormência	Causas	Exemplos	Métodos de quebra da dormência
Dormência Endógena	Fisiológica	Embrião metabolicamente inativo devido à presença de inibidores hormonais (ex.: ácido abscísico).	Coníferas: pinus (<i>Pinus</i> spp.), araucária (<i>Araucaria angustifolia</i>). Ipê (<i>Handroanthus</i> spp.).	Estratificação (fria ou quente), exposição à luz ou aplicação de giberelinas.
	Morfológica	Embrião subdesenvolvido ou imaturo no momento da dispersão	Magnolia (<i>Magnolia</i> spp.). Jatobá (<i>Hymenaea courbaril</i>).	Armazenamento em condições úmidas e quentes até o embrião completar seu desenvolvimento.
	Morfofisiológica	Combinação de embrião imaturo e inibidores fisiológicos.	Ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>). Nogueira (<i>Juglans</i> spp.).	Estratificação úmida e fria seguida de aquecimento.
Dormência Combinada		Ocorre quando há duas ou mais barreiras simultâneas (ex.: tegumento impermeável + embrião dormente).	Sementes de <i>Acacia</i> spp. (dormência física + fisiológica). Carvalho (<i>Quercus</i> spp.) (dormência física e fisiológica).	Combinação de escarificação + estratificação.
Fotoblastismo		Necessidade de luz específica para germinar (sementes fotoblásticas positivas ou negativas).	Mogno (<i>Swietenia macrophylla</i>). Espécies pioneiras de clareiras (ex.: embaúba, <i>Cecropia</i> spp.).	Exposição à luz ou escarificação para permitir a entrada de luz.

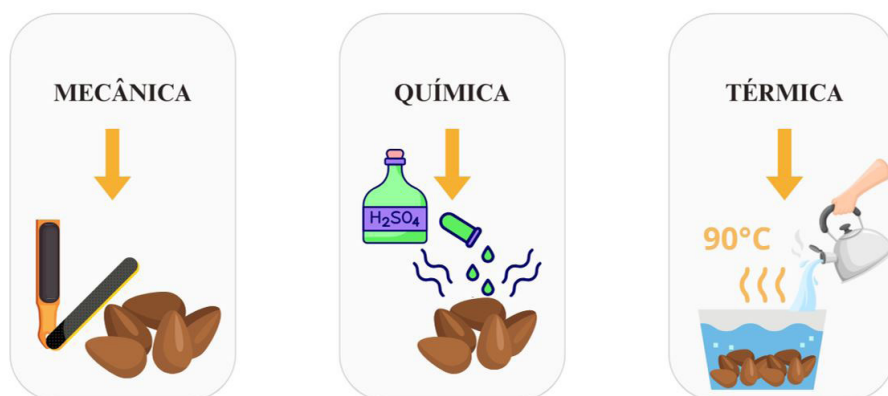
Fonte: autoria própria.

Métodos de Superação de Dormência

A superação da dormência visa **quebrar barreiras físicas, químicas ou fisiológicas** que impedem a germinação. Os métodos variam conforme

o tipo de dormência (exógena ou endógena) e podem ser **naturais** (ocorridos no ambiente) ou **artificiais** (aplicados pelo ser humano). Existem vários métodos de superação ou quebra de dormência, cujo objetivo é acelerar o processo, aumentar e uniformizar a germinação. Dentre os métodos mais utilizados para quebra de dormência e indicados neste livro estão: a) esscarificação mecânica; b) método químico, e c) choque térmico (figura 8).

Figura 8 - Representação esquemática de processos envolvendo a quebra de dormência mecânica, química e térmica.



Fonte: autoria própria.

Escarificação Mecânica

É um método físico para quebrar a dormência de sementes com tegumento impermeável ou rígido, criando microlesões ou aberturas que permitem a entrada de água e oxigênio. É amplamente utilizado em espécies florestais, agrícolas e ornamentais. Este método é utilizado para criar fissuras ou romper parte do tegumento de sementes de espécies como o jatobá (*Hymenaea courbaril*), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) e paricá (*Schizolobium amazonicum*).

Essa técnica consiste em desgastar ou romper parcialmente a camada externa da semente, criando fissuras que facilitam a entrada de umidade e ativam o metabolismo do embrião. É especialmente aplicada em espécies como leguminosas (ex.: *Acacia* e *Erythrina*), além de árvores frutíferas e ornamentais, cujas sementes apresentam dormência física.

Entre as técnicas mais comuns estão a abrasão manual com lixa ou superfícies ásperas, indicada para pequenas quantidades de sementes de

tamanho médio, e o corte superficial com faca ou bisturi, utilizado em sementes grandes, como as de tamareira ou manga. Para escalas industriais, máquinas com rolos abrasivos ou câmaras de vibração com partículas sólidas, como areia grossa, são empregadas para desgastar o tegumento de forma eficiente.

Principais Técnicas

1. Abrasão (lixamento):

- Desgaste do tegumento com lixa, pedra ou máquinas de escarificação.
- Exemplo: Sementes de **sucupira-preta** (*Bowdichia virgilioides*) e **leucena** (*Leucaena leucocephala*).

2. Corte ou incisão:

- Uso de bisturi, tesoura ou lâmina para fazer pequenos cortes no tegumento.
- Exemplo: Sementes de **tamarindo** (*Tamarindus indica*).

3. Impacto controlado:

- Pancadas leves com martelo ou impacto mecânico para rachar a casca sem danificar o embrião.

Vantagens

- **Simplicidade:** Não requer produtos químicos ou equipamentos complexos.
- **Eficiência:** Taxas de germinação podem superar 80% em espécies como leucena e acácia.
- **Versatilidade:** Pode ser feita manualmente ou em escala industrial.

Cuidados

- **Evitar danos ao embrião:** Lesões profundas podem matar a semente.
- **Higiene:** Ferramentas limpas para evitar contaminação por fungos.
- **Armazenamento:** Sementes escarificadas devem ser plantadas rapidamente, pois perdem resistência a patógenos.

A esscarificação mecânica é um método clássico, eficaz e econômico para superar dormência física. Sua aplicação requer atenção aos detalhes para evitar danos, mas é essencial em projetos de reflorestamento, agricultura e conservação de espécies.

Método Químico

O método químico é utilizado para quebrar a dormência de sementes por meio da aplicação de **substâncias químicas** que alteram a estrutura do tegumento (casca) ou neutralizam inibidores fisiológicos. É especialmente eficaz em sementes com dormência **física** (tegumento impermeável) ou **química** (presença de compostos inibidores).

Um dos métodos mais comuns é o **tratamento com ácido sulfúrico concentrado**, utilizado em sementes com tegumentos duros e impermeáveis, como as de leguminosas (ex.: espécies do gênero *Acacia*). O ácido corrói superficialmente a camada externa, permitindo a entrada de água e oxigênio. O tempo de imersão varia conforme a espécie (geralmente de 10 a 60 minutos), seguido de lavagem para neutralizar o ácido. Outra abordagem é o uso de **reguladores vegetais**, como o ácido giberélico (GA_3), que estimula a quebra de dormência fisiológica ao ativar enzimas envolvidas na mobilização de reservas energéticas do embrião. Esse hormônio é aplicado via solução aquosa, em concentrações que variam entre 100 a 1000 ppm, dependendo da espécie.

Além disso, **substâncias oxidantes**, como hipoclorito de sódio ou peróxido de hidrogênio, são empregadas para amolecer tegumentos ou eliminar inibidores químicos naturais presentes nas sementes. O **nitrito de potássio (KNO_2)** também é utilizado, especialmente em combinação com estratificação (exposição a frio úmido), pois atua como sinalizador para iniciar a germinação em espécies temperadas. Em alguns casos, **etinofilina** (fonte de etileno) ou **tioureia** são aplicadas para interferir em processos metabólicos associados à dormência.

É crucial ajustar concentrações e tempos de exposição para evitar danos às sementes, além de considerar a toxicidade residual dos produtos. Por isso, métodos combinados (químicos + físicos, como esscarificação mecânica) são frequentemente adotados para maior eficiência. A escolha do método depende do tipo de dormência, da espécie florestal e das condições ambientais almejadas. Apesar dos desafios, essas técnicas químicas são essenciais

para otimizar a produção de mudas e garantir a restauração de áreas degradadas, alinhando-se a práticas sustentáveis quando executadas com controle e monitoramento adequados.

Vantagens

- **Eficiência:** Alta taxa de germinação em sementes com tegumento extremamente duro.
- **Escalabilidade:** Útil para grandes lotes de sementes em laboratórios ou viveiros.
- **Versatilidade:** Pode ser combinado com outros métodos (ex.: estratificação).

Riscos e Cuidados

- **Toxicidade:** Ácido sulfúrico é corrosivo e requer manipulação cuidadosa.
- **Tempo de exposição:** Excesso pode danificar o embrião.
- **Impacto ambiental:** Descarte adequado de resíduos químicos é essencial.

O método químico é uma ferramenta poderosa para superar dormência, mas exige **conhecimento técnico e precauções de segurança**. Seu uso é indispensável em espécies com tegumentos extremamente resistentes, contribuindo para a produção agrícola, reflorestamento e conservação de biodiversidade.

Choque Térmico

O **choque térmico** é um método de superação de dormência que utiliza **variações abruptas de temperatura** (calor ou frio intenso) para romper barreiras físicas ou fisiológicas do tegumento ou embrião. É comum em espécies adaptadas a ambientes com distúrbios naturais, como incêndios ou estações extremas.

Esse método é especialmente eficaz em espécies adaptadas a ambientes sujeitos a distúrbios naturais, como incêndios ou estações climáticas marcantes. Por exemplo, sementes de plantas do Cerrado ou de regiões mediterrâneas, como a sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides*) e a esteva (*Cistus*

ladanifer), evoluíram para germinar após eventos como queimadas, que rompem a dormência física ou química do tegumento. O choque térmico simula essas condições naturais, permitindo a entrada de água e oxigênio no embrião e neutralizando compostos inibidores presentes na casca.

Uma das técnicas mais comuns é a imersão em **água quente** (70–100°C) por períodos curtos (1–10 minutos), seguida de resfriamento rápido em água fria. Esse processo amolece tegumentos impermeáveis, como os de leguminosas (feijão, leucena) e malváceas (algodão), facilitando a embebição. Outra abordagem é a exposição ao **fogo controlado**, em que sementes são submetidas a calor seco (80–120°C) por segundos, replicando o efeito de incêndios naturais. Além disso, a **alternância térmica** (ciclos de calor e frio) pode ser usada para quebrar dormência combinada, como em sementes de carvalho (*Quercus spp.*), que exigem estratificação fria após o tratamento inicial com calor.

O mecanismo de ação do choque térmico envolve a degradação de substâncias como lignina e suberina, que tornam o tegumento impermeável, e a neutralização de inibidores químicos, como fenóis e taninos. O calor também estimula a produção de hormônios como as giberelinas, que ativam o metabolismo do embrião. Esses processos aumentam drasticamente as taxas de germinação: em espécies como a leucena (*Leucaena leucocephala*), o tratamento com água quente eleva a germinação de menos de 20% para mais de 80%.

Apesar da eficiência, o método exige cuidados para evitar danos ao embrião. Exposição prolongada a temperaturas acima de 100°C ou tempos inadequados podem inviabilizar as sementes. Por isso, é essencial ajustar o protocolo conforme a espécie, realizando testes preliminares. Após o tratamento, as sementes devem ser resfriadas rapidamente e plantadas em breve, pois o tegumento fragilizado as torna mais suscetíveis a patógenos.

Teste de Germinação

O **teste de germinação** é um procedimento padrão para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, determinando sua capacidade de produzir plântulas normais em condições controladas. Esse teste é essencial para projetos de reflorestamento, agricultura e pesquisa, garantindo que apenas sementes viáveis sejam utilizadas.

Como Fazer o Teste de Germinação?

A) Preparação das sementes

Selecione uma amostra representativa das sementes (geralmente 150 a 200 unidades, dependendo do tamanho e disponibilidade). Se houver dormência física ou fisiológica, aplique tratamentos prévios, como escarificação mecânica, imersão em água ou uso de reguladores vegetais (ex.: ácido giberélico), conforme a espécie. Sementes com tegumentos duros podem exigir hidratação por 24 a 48 horas antes do teste.

B) Escolha do substrato e recipientes

O substrato deve ser estéril e adequado à espécie. Opções comuns incluem:

- **Papel filtro ou toalha de papel umedecida** (para sementes pequenas).
- **Areia lavada ou vermiculita** (para sementes médias a grandes).
- **Rolos de papel** (método “entre papel”), ideal para sementes que exigem luz para germinar. Utilize caixas plásticas, placas de Petri ou bandejas, garantindo espaço para o desenvolvimento das raízes.

C) Condições ambientais controladas

- **Temperatura:** Ajuste conforme a espécie (ex.: 20–30°C para a maioria das florestais tropicais). Estufas ou câmaras de germinação são ideais, mas é possível improvisar com locais aquecidos e estáveis.
- **Umidade:** Mantenha o substrato úmido, sem encharcar, para evitar apodrecimento.
- **Luz:** Algumas sementes necessitam de luz, enquanto outras germinam no escuro. Consulte referências específicas para a espécie.

D) Montagem do teste

Distribua as sementes uniformemente no substrato, com espaçamento para evitar contaminação. Utilize pelo menos **4 (três) repetições de 50 sementes cada** para maior confiabilidade estatística. Identifique os recipientes com informações como data, espécie e lote. Quanto maior o número de repetições e sementes por repetição, menor será o erro no teste (erro experimental).

E) Monitoramento diário

Verifique diariamente a umidade do substrato e registre o número de sementes germinadas. Uma semente é considerada **germinada** quando a raiz primária (radícula) emerge e atinge pelo menos 2 mm. Plântulas deformadas ou sem estruturas essenciais (como cotilédones) são classificadas como **anormais** e descartadas na análise final.

F) Duração do teste

O período varia conforme a espécie:

- **Espécies de germinação rápida** (ex.: feijão): 5–7 dias.
- **Espécies florestais ou de germinação lenta** (ex.: jatobá): 15–30 dias. Consulte normas específicas, como as Regras para Análise de Sementes (RAS), para definir o prazo adequado.

G) Cálculo da porcentagem de germinação

Ao final do teste, calcule a **germinação total** usando a fórmula:

$$\text{Germinação (\%)} = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de sementes germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de sementes}} \right) \times 100 \quad (1)$$

H) Cálculo tempo médio de germinação (TMG)

A **germinação** indica a porcentagem de sementes que efetivamente germinaram, mas não revela a velocidade com que esse processo ocorreu. Dois lotes podem apresentar a mesma taxa final de germinação, porém diferir significativamente no tempo necessário para alcançá-la. Para quantificar essa dinâmica, utilizam-se medidas que avaliam a rapidez da germinação, como o **tempo médio de germinação (TMG)**. Esse parâmetro reflete a uniformidade e o vigor das sementes, sendo calculado pela seguinte equação:

$$TMG = \left(\frac{\sum (n_i \cdot t_i)}{N} \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde:

- n_i = número de sementes germinadas no dia i ;
- t_i = tempo (em dias) correspondente à contagem i ;
- N = total de sementes germinadas no final do teste.

Exemplo prático: Se um lote atinge 90% de germinação em 5 dias e outro em 10 dias, ambos têm a mesma germinabilidade, mas o primeiro é mais vigoroso. O TMG permite diferenciar esses cenários, sendo essencial

para otimizar calendários de plantio e selecionar lotes de alta qualidade fisiológica.

I) Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

O **Índice de Velocidade de Emergência** é um parâmetro utilizado para avaliar a rapidez e a uniformidade com que as plântulas emergem após a semeadura, complementando a análise da germinação ao incorporar a dimensão temporal do processo. Enquanto a porcentagem de germinação indica a quantidade de sementes viáveis, o IVE revela **quão rápido** essas sementes produzem plântulas normais, sendo essencial para identificar lotes com maior vigor e sincronia de desenvolvimento.

O índice é calculado pela soma diária do número de plântulas emergidas, dividida pelo número de dias decorridos desde o início do teste até cada contagem. A fórmula mais utilizada é:

$$IVE = \left(\frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \frac{N_3}{D_3} + \frac{N_n}{D_n} + \right) \quad (3)$$

Onde:

- N_1 = número de plântulas emergidas no dia da contagem
- D_1 = é o número de dias após a semeadura em que foi feita a contagem

Exemplo prático:

Suponha que, em um teste de 5 dias, tenham emergido:

- Dia 2: 10 plântulas → $10/2=5$;
- Dia 3: 15 plântulas → $15/3=5$;
- Dia 5: 5 plântulas → $5/5=1$.

IVE total = $5,0+5,0+1,0=11,0$.

Quanto **maior o IVE**, mais rápida e uniforme foi a emergência. Um lote com IVE elevado indica sementes vigorosas e adaptadas às condições do ambiente, enquanto valores baixos sugerem dormência residual, estresse ou danos fisiológicos.

De maneira geral, o procedimento comum para sementes de todas as espécies, após tratamento de quebra de dormência ou não, é o descrito a seguir. As placas de petri ou caixas de gerbox devem ser forradas com o papel de filtro umedecido em água destilada. As sementes são colocadas dentro das placas com espaço suficiente entre si para que haja a emissão da radícula (raiz primária) (figura 9).

Figura 9 - Teste de germinação de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) em caixa de gerbox com papel filtro.



Fonte: autoria própria.

Para evitar a contaminação microbiana, que compromete a taxa de germinação, as sementes devem ser submetidas a tratamentos prévios, como aplicação de fungicida específico ou lavagem em solução de hipoclorito de sódio a 1% (diluindo uma parte do produto em 99 partes de água). Após a desinfecção, as sementes são distribuídas em caixas de germinação (como placas de Petri com substrato esterilizado) e mantidas em germinadores sob temperatura controlada. Caso não haja informações prévias sobre a espécie, recomenda-se utilizar uma faixa de **25°C a 30°C**, adequada para a maioria das plantas tropicais. Além disso, é essencial regular a luminosidade conforme as exigências da espécie: algumas germinam sob luz contínua ou fotoperíodo específico, enquanto outras demandam escuridão total. Durante o teste, as caixas são inspecionadas **diariamente** para contabilizar as sementes germinadas. Plântulas com radícula visível (≥ 2 mm) são registradas e removidas com pinça esterilizada, evitando a proliferação de microrganismos no substrato. Esse procedimento rigoroso assegura a precisão dos resultados, pois impede que sementes em decomposição interfiram nas avaliações subsequentes. Ao final do período estabelecido, calcula-se a porcentagem de germinação do lote, correlacionando-a com a qualidade fisiológica e a eficácia dos tratamentos aplicados.

Produção de Mudanças em Sementeiras

Semeadura em Sementeiras

As **sementeiras** são canteiros ou estruturas específicas, projetados para concentrar uma alta densidade de plântulas por metro quadrado (m²). Esse sistema é ideal para espécies cujas sementes apresentam dificuldades de germinação quando semeadas diretamente em recipientes individuais, como tubetes ou saquinhos. Nele, as sementes são inicialmente distribuídas na sementeira e, após a germinação e desenvolvimento inicial, as plântulas são transferidas (**repicadas**) para os recipientes definitivos, onde completam seu crescimento.

Historicamente, esse método foi amplamente utilizado na produção de mudas florestais, principalmente em projetos de reflorestamento de pequena escala e em regiões com mão de obra abundante. A prática permitia otimizar espaço e reduzir custos, já que o manejo centralizado facilitava o controle de umidade, temperatura e proteção contra pragas. Atualmente, embora sistemas automatizados e semeadura direta em tubetes tenham ganhado espaço, as sementeiras ainda são relevantes para espécies com características específicas, como:

- **Germinação lenta** (ex.: espécies do gênero *Eucalyptus* ou *Araucaria*);
- **Germinação desuniforme** (ex.: ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) ou cedro-rosa (*Cedrela fissilis*);
- **Sementes pequenas**

Dentre as vantagens das sementeiras podem ser citadas:

- Possibilitam alta densidade de mudas por m²;
- Garantem o suprimento de mudas no caso de perdas;
- Propicia maior uniformidade nos canteiros após a repicagem.

Entre as desvantagens:

- A repicagem requer cuidados especiais no manuseio das mudas (plântulas jovens), evitando-se danos principalmente ao sistema radicular;
- Exigência de condições climáticas adequadas (dias úmidos e nublados) para o processo de repicagem;

- Utilização de um aparato de cobertura (sombrite ou ripado) para os canteiros de mudas recém repicadas;
- O custo de produção final da muda se torna um pouco superior.

Preparo das Sementeiras

A sementeira pode ser confeccionada de madeira, bandejas ou até mesmo de alvenaria (cimento e tijolo). O preparo das sementeiras consiste na mistura de componentes do substrato, sua posterior desinfecção e a distribuição do mesmo diretamente nas sementeiras (semeadura indireta) (figura 10). O preparo adequado das sementeiras é o passo inicial para o êxito do viveiro. A superfície de cada sementeira deve ser sempre levemente abaulada, para não haver problemas de empoçamento.

Figura 10 - Confeção de sementeiras e preparo do substrato (areia) para semeadura direta.



Fonte: autoria própria.

Para colocar o substrato preparado nas sementeiras, deve-se observar que a mistura não pode atingir o limite das paredes laterais. Recomenda-se deixar cerca de 10 centímetros de altura, para que possam ser acomodadas as sementes e, mais tarde, ser feita a cobertura de areia. Posteriormente é necessário acertar o nivelamento da areia, usando uma régua gabarito, de dimensão igual à largura do canteiro (figura 11).

Figura 11 - Nivelamento da areia, durante o preparo da sementeira.

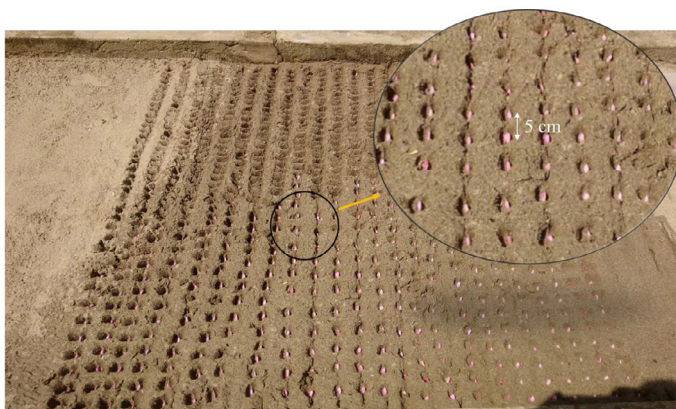


Fonte: autoria própria.

Semeadura Indireta

Na semeadura indireta, as sementes são depositadas diretamente em canteiros de pré-germinação (sementeiras), previamente preparados para esse fim (figura 12). Esse método busca acelerar o início do processo germinativo, garantindo maior uniformidade nas taxas de germinação. Apesar de ser uma das poucas atividades ainda realizadas de maneira manual, essa técnica desempenha um papel essencial na diversificação de espécies cultivadas. Isso ocorre porque, para algumas plantas, a semeadura indireta permanece como o único método viável de produção, já que parâmetros técnicos específicos — como condições ideais de germinação ou manejo — ainda não foram estabelecidos para suas sementes ou espécies.

Figura 12 - Processo de semeadura indireta de sementes florestais.



Fonte: autoria própria.

Manutenção dos Canteiros

Para garantir o desenvolvimento adequado das plântulas, recomenda-se cobrir os canteiros com sombrite de 50% a 70% (Figura 13) ou materiais alternativos leves, atóxicos e que permitam a permeabilidade hídrica. Essa cobertura multifuncional previne a invasão de pragas, estabiliza a umidade do substrato e favorece uma emergência uniforme das mudas. Além disso, age como reguladora ambiental: dissipa o impacto direto das chuvas, evitando encharcamentos, e reduz variações bruscas de temperatura no solo após a semeadura. Esses mecanismos integrados não apenas otimizam as condições microclimáticas, mas também elevam significativamente a resistência e a taxa de estabelecimento das plântulas nas fases iniciais de crescimento.

Figura 13 - Detalhe do processo de irrigação e da proteção das sementeiras por sombrite.



Fonte: autoria própria.

O acompanhamento da atividade e o desenvolvimento do processo de germinação deve ter especial atenção do viveirista e/ou técnico responsável, pois ao primeiro indício de ataque de fungos, deverá ser providenciado o controle imediato deste patógeno conforme recomendação de profissional habilitado.

O monitoramento contínuo das fases de germinação deve ser prioridade para o viveirista ou responsável técnico, uma vez que a identificação precoce de infecções fúngicas exige intervenção imediata. A aplicação de medidas de controle específicas, preferencialmente orientadas por um profissional (Eng. Florestal ou Agrônomo), é fundamental para conter a proliferação do patógeno e preservar a viabilidade das plântulas.

Irrigação das Sementeiras ou dos Tubetes

A irrigação inicial deve ser realizada imediatamente após a aplicação da camada de areia. Para esse fim, recomenda-se o uso de equipamentos como regadores manuais, mangueiras de polietileno ou sistemas de microaspersão. É fundamental que, independentemente do método escolhido, haja uma calibração cuidadosa do fluxo hídrico, evitando-se gotas excessivamente fortes que possam deslocar a areia ou provocar o enterramento desuniforme de sementes diminutas — fatores que comprometeriam a eficiência germinativa.

Quanto à irrigação de manutenção, sugere-se a divisão em três ciclos diários (adaptáveis conforme variações climáticas), preferencialmente às 8h, 11h e 16h, visando manter a superfície do substrato moderadamente úmida, sem saturação. Por se tratar de uma prática sensível às condições ambientais, o manejo hídrico exige acompanhamento criterioso, com ajustes baseados na observação contínua do desenvolvimento das sementes e na avaliação das características físicas do solo pelo responsável técnico.

Repicagem das Mudanças Obtidas nas Sementeiras

A transferência de mudas das sementeiras para recipientes individuais (como tubetes ou sacos plásticos) é conhecida como repicagem. Essa etapa visa uniformizar as mudas e complementa a técnica de semeadura indireta, sendo crucial para garantir qualidade nas fases iniciais da produção de mudas.

O período ideal para a repicagem ocorre durante a fase de estabilização do crescimento vegetativo, variando conforme a espécie, o estágio de de-

envolvimento pós-semeadura, a velocidade de crescimento e fatores climáticos. Geralmente, recomenda-se realizar o transplante quando as plântulas apresentam pelo menos dois pares de folhas definitivas e sistema radicular com até cinco centímetros de extensão (figura 14). É essencial considerar as particularidades biológicas de cada espécie, já que a dinâmica de formação das raízes e folhas pode divergir significativamente, exigindo adaptações no momento do manejo.

As condições ambientais ideais incluem dias nublados, alta umidade relativa do ar e ventos amenos. Mesmo em ambientes controlados, como estufas com sombreamento, prioriza-se realizar a repicagem sob essas condições. Em situações específicas, pode-se utilizar nebulizadores para manter a hidratação das plântulas durante o processo, assegurando que os tecidos jovens não sofram desidratação.

Figura 14 - Repicagem das plântulas nas sementeiras.



Fonte: autoria própria.

A repicagem deve ser iniciada imediatamente após o preparo dos recipientes com substrato, seguindo etapas operacionais específicas: i) **Umidificação prévia das sementeiras** para facilitar a extração das mudas; ii) **Re-**

moção cuidadosa das plântulas quando atingirem aproximadamente 5 cm de altura, sendo armazenadas temporariamente em água para preservar sua turgidez; iii) **Seleção rigorosa**, eliminando indivíduos com malformações ou danos estruturais; iv) **Poda técnica das raízes**, removendo com instrumentos cortantes as porções pivotantes excessivamente longas ou lesionadas que possam impedir o enraizamento adequado; v) **Posicionamento da muda** no centro do recipiente (previamente perfurado), garantindo que o sistema radicular permaneça alinhado verticalmente, sem dobras ou torções que comprometam seu desenvolvimento; vi) **Fixação final**, enterrando a plântula até a região do coleto e compactando levemente o substrato ao redor (Figura 15).

Figura 15 - Produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) em tubete.



Fonte: autoria própria.

Desbaste

O desbaste é necessário quando há superlotação de plântulas em tubetes originados de semeadura direta. Essa prática consiste na remoção seletiva de indivíduos, visando garantir uniformidade ao lote e otimizar o espaço e recursos para as mudas prioritárias. Quanto maior a homogeneidade das

plantas remanescentes, melhores serão as condições de crescimento, evitando competição por luz, água e nutrientes.

O momento ideal para executar o desbaste ocorre entre 15 e 30 dias após a semeadura, quando as plântulas atingem de 3 a 5 cm de altura — período que varia conforme a espécie, a qualidade das sementes e fatores ambientais. A etapa é mais eficaz quando as plantas já desenvolveram dois ou três pares de folhas definitivas, permitindo uma avaliação precisa de seu vigor. Durante a seleção, priorizam-se plântulas centrais no recipiente, com características morfológicas saudáveis (folhas íntegras, coloração uniforme e ausência de lesões).

Para a remoção segura, utilizam-se tesouras sem ponta ou instrumentos específicos para jardinagem, cortando as plântulas descartadas rente ao coleto (figura 16). Essa técnica minimiza danos às raízes da muda selecionada e previne a contaminação do substrato por resíduos vegetais em decomposição.

Figura 16 - Detalhe do desbaste das plântulas na bandeja.



Fonte: autoria própria.

Produção de Mudas em Recipientes

Este método vem a cada dia ocupando maior espaço nas empresas florestais, especialmente na produção de mudas em grande escala.

Isto se deve as seguintes vantagens:

- A área do canteiro servirá apenas de base física para a colocação dos recipientes;
- Reduz o período para a produção de mudas;
- Produz mudas mais vigorosas;

- O substrato utilizado para encher os recipientes não é o do local do viveiro;
- Menor perda de mudas por doenças;
- Consegue-se mudas com o sistema radicular de melhor conformação;
- Menor custo, em relação as mudas produzidas por repicagem.

Confecção dos Canteiros

Existem dois procedimentos que podem ser adotados, em relação à altura das mudas ao solo:

- 1) No chão:** as mudas são depositadas diretamente sobre o solo, enterradas ou então encaixadas (figura 17 A);
- 2) Suspensão:** os canteiros são confeccionados a uma altura média de 0,90 m de altura. As embalagens são encanteiradas em bandejas ou em telas, onde os recipientes (tubetes) são encaixados (figura 17 B).

Figura 17 - Canteiros no chão (A) e suspensos com bandejas e mesas de tela (B).



Fonte: autoria própria.

Dimensões dos Canteiros

- Comprimento: Variável. Geralmente são menores do que os produzidos pelo sistema de produção em raiz nua.
- Largura: a largura varia muito da posição em que as bandejas estarão dispostas sobre o canteiro, bem como a quantidade que será planejada e o tipo de tubete utilizado. Mesas que são construídas com tela podem ter tamanhos variáveis com a largura desejada.

Dimensões dos Passeios

A dimensão do passeio pode variar em função do grau de mecanização que o viveirista adota.

- Comprimento: menor do que os de produção mecanizada em raiz nua.
- Largura: 0,6 a 0,8 metro (figura 18).

Figura 18 - Canteiros suspensos com bandejas.



Fonte: autoria própria.

Tipos de Recipientes

A prática de cultivo de mudas em embalagens ganha crescente relevância no setor florestal, especialmente em empresas que trabalham com espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*. Entre os modelos disponíveis, os tubetes destacam-se pela eficiência, porém a seleção do recipiente ideal deve considerar múltiplos fatores, como características da espécie (tamanho da semente ou propágulo), infraestrutura do produtor, metas de produção, dimensões da muda, desenvolvimento radicular, tempo de permanência no viveiro, logística de manejo, espaço ocupado e custo-benefício.

Na escolha do recipiente que se vai utilizar, alguns aspectos físicos devem ser observados para a qualidade das mudas produzidas:

a) Forma Estrutural: Recipientes redondos, cônicos ou quadrados devem inibir a formação de raízes espiraladas ou estranguladas, que comprometem a estabilidade da planta. Problemas como curvatura da base do caule ou inclinação de árvores adultas muitas vezes estão associados a deformações radiculares causadas por embalagens inadequadas.

b) Resistência do Material: O material precisa manter integridade física durante todas as etapas de produção, desde o enchimento com substrato até o transporte. Opções que se degradam prematuramente aumentam riscos de danos às mudas.

c) Dimensões e Volume: A relação entre altura e diâmetro define o volume útil, impactando diretamente custos e eficiência. Recipientes excessivamente grandes elevam gastos com substrato, ocupam mais espaço e dificultam o transporte. Por outro lado, volumes reduzidos limitam a disponibilidade de água e nutrientes, prejudicando o desenvolvimento radicular — variável crucial conforme a espécie.

d) Compatibilidade com o Ciclo Produtivo: O tempo de permanência no viveiro deve alinhar-se à durabilidade da embalagem e à estabilidade do substrato, considerando perdas nutricionais por lixiviação.

O mercado oferece uma variedade de recipientes para produção de mudas, adaptáveis às necessidades técnicas e logísticas de cada projeto. Entre as opções disponíveis, destacam-se:

a) Tubetes

O tubete é um recipiente de formato levemente cônico, com seção transversal circular ou quadrada. Sua estrutura interna apresenta ranhuras equidistantes, projetadas para orientar o crescimento das raízes em direção à base, impedindo a formação de espirais que comprometem o desenvolvimento radicular (figura 19).

Os tubetes podem ser colocados em suportes de isopor, plástico ou tela, denominados bandejas, dispostos pouco acima do nível do solo formando os canteiros. Outra forma é a utilização de mesas com tampo de tela, em cujas malhas os tubetes são encaixados, ou a própria bandeja é colocada sobre a mesa, ajustada em canteiros.

As principais vantagens destes recipientes são:

- Reaproveitamento da embalagem após o uso;

- Menor diâmetro, ocupando menor área;
- Menor peso;
- Maior possibilidade de mecanização das operações de produção de mudas;
- Menor incidência de pragas/doenças;
- Propicia operações ergonômicas.

Desvantagens:

- Custo elevado de implantação;
- A lixiviação de nutrientes, tanto pela chuva como por irrigação, ocasiona a necessidade de uma reposição de nutrientes em maior escala.

Figura 19 - Tubetes utilizados para produção de mudas, paricá produzido em tubetes de 55 cm³ em tela de arame galvanizado e jatobá em tubetes de 280 cm³ em bandejas com canteiro suspenso de aço inoxidável.



Fonte: autoria própria.

b) Saco plástico (polietileno)

Este modelo de recipiente exige semeadura manual devido à necessidade de alinhamento preciso das embalagens nos canteiros (Figura 20). Os sacos devem conter perfurações na base para drenagem do excesso de

água e promoção da aeração do substrato. Quanto ao enchimento, ele pode ser realizado de duas formas:

- 1. Método artesanal:** Utilizando um cilindro cônico sem fundo (como latas adaptadas ou tubos), que direciona o substrato sem compactação excessiva;
- 2. Método semi-mecanizado:** Por meio de moegas metálicas, que agilizam o processo em operações de maior escala.

A combinação entre alinhamento rigoroso e drenagem eficiente assegura condições ideais para o desenvolvimento inicial das raízes, minimizando riscos de apodrecimento ou asfixia radicular.

Figura 20 - Tingui (*Magonia pubescens*) produzido em saquinhos de 1 litro no chão.



Fonte: autoria própria.

A moega é um equipamento com um formato de uma pirâmide invertida, tendo um bico em sua parte inferior, onde é inserida a boca do saco plástico. O substrato, ao passar pelo bico, força a abertura do restante do saco plástico. Uma lingueta de metal controlada por um pedal é que regula a abertura e o fechamento do bico da moega (figura 21).

Figura 21 - Moega para auxílio de enchimento com substrato de sacos plásticos.



Fonte: autoria própria.

Vantagens:

- Baixo custo;

Desvantagens:

- Difícil decomposição, sendo necessário sua retirada antes do plantio;
- Dimensões inadequadas da embalagem, bem como períodos muito longos da muda no viveiro podem ocasionar deformações no sistema radicular pelo envelhecimento e dobra da raiz pivotante;
- Utilização de grandes áreas no viveiro;
- Alto custo de transporte das mudas ao campo;
- Baixo rendimento na operação de plantio.

c) Fértil pot

O *Fertil-pot* é um recipiente cônico, desenvolvido para otimizar o cultivo de mudas, com dimensões adaptáveis às exigências de cada espécie. Elaborados industrialmente a partir de fibras vegetais e turfa enriquecida, esses recipientes possuem uma composição levemente fertilizada, combinando sustentabilidade e funcionalidade. Sua estrutura porosa permite a passagem natural das raízes, facilitando a aclimação pós-transplante, enquanto a resistência ao enchimento simplifica o manejo operacional. Para evitar a expansão radicular além das paredes do recipiente, os *Fertil-pots* devem ser dispostos em suportes elevados com malha metálica, suspensos acima do solo, sem contato direto com a terra (figura 22). Embora promova sustentabilidade e reduza danos radiculares durante o transplante, o *Fertil-pot* enfrenta desafios como custo de produção relativamente alto e a dependência de importação em muitos mercados, o que pode limitar sua adoção em larga escala.

Figura 22 - Recipientes do tipo fertil-pot utilizados para produção de mudas.



Fonte: autoria própria.

d) Moldes de isopor (poliestireno)

Esses moldes consistem em bandejas com células em formato piramidal invertido (figura 23), projetadas para direcionar o crescimento radicular verticalmente. As estruturas internas em relevo das pirâmides evitam o enrolamento das raízes, enquanto a profundidade variável das cavidades (geralmente 7 cm ou 12 cm) permite adaptação às necessidades de cada espécie. As dimensões e os tipos são muito variados, podendo ser encontradas em isopor ou plástico. As cavidades têm aberturas no fundo, o que permite a poda aérea das raízes.

Figura 23 - Bandejas de isopor e plástico usadas na produção de mudas.



Fonte: autoria própria.

SUBSTRATO

Sua principal função é sustentar a planta e fornecer-lhe nutrientes, água e oxigênio. É composto por três fases, sendo elas:

- Sólida: constituído de partículas minerais e orgânicas;
- Líquida: formada pela água, na qual encontram-se os nutrientes, sendo chamada de solução do solo;
- Gasosa: constituída pelo ar, a atmosfera do substrato.

Estes dois últimos são inteiramente dependentes dos espaços livres no solo (poros), podendo ser classificados ainda como macroporos e microporos.

O substrato deve apresentar boas características físicas e químicas, sendo as físicas as mais importantes, uma vez que a parte química pode ser mais facilmente manuseada pelo técnico (figura 24).

Figura 24 - Diferentes substratos utilizados na produção de mudas de espécies florestais.



Fonte: autoria própria.

Das características mais importantes dos substratos utilizados em viveiros florestais destaca-se de forma sucinta, as que merecem maior atenção:

Características Físicas

- **Textura:** refere-se à proporção relativa dos componentes de vários tamanhos ou grãos individualizados contidos na massa do substrato, constituindo a argila, o silte e a areia. As partículas de argila são as principais responsáveis pela retenção dos nutrientes e água, necessários ao desenvolvimento da muda. No entanto, a textura do substrato deve ser arenosa, franco arenosa ou areia franca, visto que quanto mais grosseira a textura do substrato, mais rápida é a drenagem. A drenagem eficiente previne contra o aparecimento de fungos pela baixa umidade. Para mudas em raiz nua, esta classe de textura favorece a extração das mudas do solo, em virtude da pequena aderência das partículas às raízes das mudas.
- **Estrutura:** trata do modo ou como as partículas são unidas, arranjadas com os poros, em forma de agregados no substrato. Suas dimensões é que determinam a estrutura e uma das suas mais importantes funções é possibilitar a drenagem, e por consequência, a oxigenação e a penetração das raízes. O agregado por sua vez, vai ser constituído da areia, do silte e da argila, em proporções que variam com o substrato. A desestruturação do substrato faz com que o mesmo se compacte, reduzindo a porosidade. Esta por sua vez causa um decréscimo na aeração e no fornecimento de oxigênio para as raízes das mudas e para os microrganismos. Outro problema é a redução da infiltração de água e transporte de nutrientes, limitando o desenvolvimento das mudas.
- **Porosidade:** são os espaços ocupados por ar, água, organismos e raízes. Sua quantidade é determinada diretamente pelo arranjo das partículas sólidas e pela presença de matéria orgânica. Já as dimensões dos poros e sua distribuição são determinados, além da estrutura, pela textura. Os poros podem ser classificados de acordo com o diâmetro em macro e microporos. Os macroporos (aeração/drenagem) permitem a livre movimentação de ar e água de percolação, enquanto os microporos (retenção) permitem a movimentação de água capilar.
- **Matéria orgânica:** além de ter a capacidade de reter a umidade e nutrientes no substrato, como a argila, o húmus tem a propriedade de expansão e retração, pelo umedecimento e seca, e consequentemente a manutenção da estrutura do substrato.

Preparo do Substrato

O sucesso da semeadura depende do gerenciamento rigoroso de cada etapa relacionada à formulação do substrato, incluindo a seleção de componentes, a proporção adequada de materiais, a qualidade físico-química e a ausência de contaminantes biológicos.

São descritos abaixo, alguns componentes que podem ser usados na constituição do substrato:

A) Vermiculita: é um mineral de estrutura variável, constituído de lâminas ou camadas, justapostas em tetraedros de sílica e octaedros de ferro e magnésio. O octaedro de magnésio, quando submetido ao aquecimento, expande-se. Isto resulta no melhoramento das condições físicas, químicas e hídricas do solo. A vermiculita possui a capacidade de reter a água do solo, deixando disponível para a planta, em caso de uma breve estiagem. É um substrato praticamente inerte, sendo necessário o balanceamento de nutrientes essenciais, por meio de adubações periódicas. Outro grande problema da vermiculita é o fato de não se conseguir uma boa aderência do substrato ao redor das raízes, sendo necessário levar o tubete ao campo até o momento do plantio (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de micro e macronutrientes dos principais componentes utilizados na confecção de substratos: vermiculita, fibra de coco e casca de arroz carbonizada.

Amostra	Macronutrientes/gr							Micronutrientes/ppm							%				pH	C/N	CTC	Ferropm
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	B	MO	Cinzas	Umid.							
Componentes	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	B	MO	Cinzas	Umid.	pH	C/N	CTC	Ferropm			
Vermiculita t	2.5	0.2	67.5	1.6	113	5.3	80000	560	36	215	2000	200	2.8	97.2	2.3	4.7	6/1	Alta	16000			
Vermiculita sol.	-	-	0.11	0.06	0.05	0.4	65	4	2	2	375	5	-	-	-	-	-	-	13			
Fibra t	7.6	0.6	7	3.2	0.9	0.4	825	35	7	30	1800	105	91.95	8.05	83.9	5	70/1	Alta	330			
Fibra sol.	-	-	4.2	0.35	0.1	0.29	10	5	1	2	1500	50	-	-	-	-	-	-	4			
Casca de Arroz t	12.5	6	7.5	1.8	2	3.5	534	415	7	84	565	330	67	33	5.9	6.3	31/1	-	214			
Casca de Arroz sol.	-	-	2.3	0.24	0.21	0.45	5	27	3	3	320	7	-	-	-	-	-	-	2			

*Componentes totais e solúveis em água.

Fonte: autoria própria.

B) Composto orgânico: é o material resultante da decomposição de restos animais e vegetais, através do processo da compostagem. Este processo consiste em amontoar esses resíduos e, mediante tratamentos químicos ou não, acelerar a sua decomposição. A decomposição por microrganismos do solo processa-se mais rapidamente quando estes encontram quantidades suficientes de nitrogênio e fósforo prontamente assimiláveis.

Em termos práticos, o teor de nitrogênio é que determina a velocidade de decomposição. Quando o resíduo tem menos de 1% de N, a decomposição é extremamente lenta, por ser um material pobre. Tendo o resíduo mais de 2% de N, a decomposição é rápida, mas sujeita à perda de N para a atmosfera. O composto estimula a proliferação de microrganismos úteis, melhora as qualidades físicas do solo, aumenta a capacidade de retenção de água e nutrientes, facilita o arejamento e reduz o efeito da erosão pela chuva. Na tabela 3, constam os principais componentes de compostos orgânicos, bem como a sua concentração de nitrogênio.

Tabela 3 - Principais componentes de resíduos orgânicos utilizados em compostos.

Material	M.O.	C/N	N%	P₂O₅	K₂O
Amoreira (folhas)	86.0	13/1	3.7	1.0	-
Bagaço de cana	58.5	22/1	1.4	0.2	0.9
Capim-gordura	92.3	81/1	0.6	0.1	-
Capim-guiné	88.7	33/1	1.4	0.3	-
Capim-mimoso	93.6	79/1	0.6	0.2	-
Casca de arroz	54.4	39/1	0.7	0.5	0.4
Esterco de carneiro	56.4	15/1	2.3	0.2	3.6
Esterco de cocheira	45.8	18/1	1.4	0.5	1.7
Esterco de gado	62.1	18/1	1.9	1.0	1.6
Esterco de galinha	54.0	10/1	3.0	4.7	1.8
Esterco de porco	46.2	10/1	2.5	4.9	2.3
Mucuna -preta	90.6	22/1	2.2	0.5	2.9
Palha de milho	96.7	112/1	0.4	0.3	1.6
Samambaia	95.9	109/1	0.4	0.0	0.1
Serragem	93.4	865/1	0.0	0.0	0.0
Torta de mamona	92.2	10/1	5.4	1.9	1.5
Turfa	39.8	57/1	0.3	0.0	0.3

Fonte: autoria própria.

C) Esterco bovino: quando bem curtido, muito contribui para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do substrato, além de fornecer vários nutrientes essenciais às plantas. Ele aumenta a capacidade de troca catiônica, a capacidade de retenção de água, a porosidade do solo e a agregação do substrato, as quais são mais importantes que os elementos químicos e nutrientes adicionados pelo esterco. O valor do esterco como fertilizante depende de vários fatores, dentre os quais o grau de decomposição em que se encontra e os teores que ele apresenta de diversos elementos essenciais às plantas. O esterco bem curtido é útil misturado com outros substratos, proporcionando resultados semelhantes ao do composto orgânico, porém inferiores.

D) Moinha de carvão vegetal: é um subproduto do processo de carvoejamento, uma vez que se constitui de partículas finas que não são aproveitadas pelas empresas produtoras de ferro-gusa. Na produção de mudas utilizando tubetes, a moinha é um excelente produto para ser misturado com outros substratos, principalmente os orgânicos.

E) Terra de subsolo: deve-se dar preferência aos solos areno-argilosos, pois estes apresentam boa agregação, permitem uma boa drenagem da água, não apresentam problemas para o desenvolvimento das raízes, possui boa capacidade de reter umidade e apresentam coesão necessária para a agregação ao sistema radicular. É utilizada principalmente com mudas que são produzidas em sacos plásticos. É importante se fazer uma análise química, para verificar a necessidade ou não, de uma correção do pH, uma vez que espécies folhosas se desenvolvem melhor em solos com pH na faixa de 6,0 a 6,5. Para a retirada da terra deve -se remover uma camada superficial de aproximadamente 20 cm, para que a terra a ser usada no viveiro não seja acompanhada por sementes de plantas indesejáveis.

F) Serragem: é um resíduo de serraria raramente usado, onde, por ser orgânico, pode ser usado na produção do composto e em cobertura morta para viveiros. A qualidade da serragem por sua vez vai depender da espécie de origem. Isto porque a serragem pode conter resina, tanino, terebentina, muito comum em serragem de coníferas e que podem ser tóxicas as plantas. Outro fator a ser considerado é de que a serragem, por apresentar relação elevada de C/N (851/1), é um produto de compostagem muito lenta, sendo assim importante que a serragem a ser utilizada no viveiro esteja bem decomposta.

Procedimentos para Mistura do Substrato

- Antes de iniciar a mistura, coloque os ingredientes do substrato próximos à área de preparo. Cada componente deve passar por processos específicos de adequação: solo e areia devem ser peneirados para eliminar impurezas, enquanto casca de arroz e húmus necessitam de tratamento prévio (como lavagem ou esterilização) para garantir qualidade e uniformidade;

- Realize a pesagem precisa de cada elemento conforme as proporções estabelecidas. A homogeneização pode ser feita manualmente com auxílio de enxadadas ou por meio de equipamentos automatizados, como misturadores adaptados de sistemas agrícolas (usados no tratamento de sementes) ou betoneiras modificadas (Figura 25). Essa etapa é crítica para garantir distribuição equilibrada dos materiais;
- Após misturar os componentes, umedeça o substrato gradualmente, evitando excessos. O teor ideal de água é alcançado quando, ao comprimir uma amostra na mão, surgem gotículas discretas entre os dedos, sem escorrimento. Se não houver formação de gotas, adicione água moderadamente; caso contrário, se houver gotejamento excessivo, incorpore material seco para reequilibrar a umidade. Essa verificação prática assegura condições adequadas para o desenvolvimento das plantas.

Figura 25 - Aspecto geral de uma betoneira elétrica, utilizada para misturar os componentes do substrato.



Fonte: autoria própria.

Características do Substrato

O substrato, utilizado como meio para semeadura e cultivo, deve ser composto por materiais ou combinações que ofereçam propriedades físicas, químicas e biológicas adequadas ao crescimento saudável das plantas. Para

isso, é essencial que apresentem características como: a) retenção equilibrada de água, como boa drenagem e boa aeração; b) apresentar homogeneidade; c) capacidade de absorção de água e nutrientes; d) facilidade de manuseio, sem risco ou com nível de insucesso reduzido; e) permite estocagem sem perder as propriedades; f) bom aspecto e leve; g) manter o volume constante, a forma e a estrutura do torrão formado; e h) ser de fácil aquisição e não deve conter patógenos e substâncias tóxicas às plântulas.

Essas propriedades são fundamentais para assegurar o desenvolvimento radicular vigoroso e a estabilidade do sistema raiz-substrato. A seleção e o preparo do substrato representam etapas críticas, especialmente pela ausência de uma fórmula universal que atenda às exigências específicas de todas as espécies vegetais.

Durante o processo, é indispensável avaliar os seguintes aspectos dos materiais selecionados:

- *Disponibilidade do material em qualquer época do ano;*
- *Custo para sua obtenção;*
- *Experiência local na utilização do substrato, para as mudas que serão produzidas;*
- *Características físicas e químicas; e*
- *Ausência de patógenos e de substâncias tóxicas às plantas.*

SEMEADURA

A semeadura consiste no posicionamento das sementes no substrato ou solo, considerando suas particularidades biológicas e garantindo condições ideais para germinação e crescimento. Os principais métodos incluem:

- **Semeadura na embalagem:** são colocadas as sementes na embalagem, sendo a quantidade variável com a espécie e com o poder germinativo.
- **Semeadura a lanço:** deve ser feita de tal modo que, após o lançamento das sementes, haja uma distribuição uniforme das mesmas sobre a superfície do canteiro. Este tipo de semeadura é mais empregado nas sementeiras.
- **Semeadura em fileiras:** feita em viveiros que produzem mudas com raiz nua. Pode ser manual ou mecanizada.

Época de Semeadura

A escolha do período ideal para a semeadura deve ser baseada em critérios técnicos que garantam máxima eficiência no desenvolvimento das plantas. Entre os principais fatores a serem analisados estão:

- Espécie;
- Taxa de crescimento;
- Estação chuvosa;
- Resistência das espécies à geada;
- Rotação das espécies no viveiro;
- Tipo de muda (raiz nua ou recipientes, mecanizado ou manual).

Após a germinação e crescimento das mudas o viveirista deve realizar o preparo das mudas para plantio em caso de uso próprio. Se as mudas forem destinadas a venda devem passar pelo processo de rustificação para depois serem vendidas.

PREPARO DAS MUDAS PARA EXPEDIÇÃO

As mudas devem ser expedidas, etiquetadas e acondicionadas em caixas adequadas ao veículo de transporte. Os critérios que devem ser observados no processo de expedição e transporte são:

A) Porte: as mudas devem apresentar um tamanho mínimo de 25 cm, medidos da região do colo até a gema apical. Para as espécies de rápido crescimento o porte de 50 cm pode ser adotado como padrão (figura 26).

Figura 26 - Tamanho ideal da muda de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) e paraporá (*Jacaranda copaia*) para expedição.



Fonte: autoria própria.

B) Rusticidade: as mudas devem apresentar sinais de amadurecimento da região do colo, tais como aparência lenhosa, textura rígida e diâmetro compatível com o peso da parte aérea da muda, ou seja, o colo deve ser robusto, não pode ser fino, principalmente nas mudas mais altas (figura 27).

Figura 27 - Medição da altura (A) e diâmetro do coleto (B) durante avaliação de lote de mudas anterior a expedição.



Fonte: autoria própria.

C) Formação: as mudas não devem ter sinais de ataques de pragas ou doenças, anomalias de formação (curvamento de ponteiro ou caule), sistema radicular atrofiado ou insuficiente. Para avaliar o sistema radicular da plântula deve ser feita uma amostragem, realizada no momento da seleção, ou pela rebrota dominante (figura 28).

Figura 28 - Plântulas com e sem deformação: A) semente prendendo a parte aérea da plântula; B) defeitos na parte aérea e radicular; C) deformação no caule; D) sistema radicular normal; E) plântulas prontas para repicagem e F) medição de uma plântula normal.



Fonte: autoria própria.

D) Deslocamento do torrão: as mudas devem apresentar certa facilidade para serem retiradas dos recipientes (tubetes) sem que haja danos ao sistema radicular (figura 29).

Figura 29 - Retirada de mudas dos tubetes.



Fonte: autoria própria.

Do ponto de vista operacional, para a expedição de mudas devem ser adotados procedimentos que permitam altos rendimentos e não afetem a credibilidade da rotina junto aos clientes. Os cuidados devem ser tomados para que o excesso de padrões não comprometa a dinâmica da operação de expedição das mudas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho no viveiro florestal não começa com a semeadura nos canteiros ou tubetes. Ele tem início muito antes, com a seleção criteriosa das matrizes, a coleta das sementes e culmina no estabelecimento das mudas no campo. As etapas iniciais — coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes — já foram abordadas na disciplina de Tecnologia de Sementes. No entanto, o cuidado e a atenção dedicados a essas fases devem se estender por toda a produção de mudas no viveiro, até sua expedição para o plantio no campo.

O sucesso na produção de mudas está diretamente relacionado a fatores como a escolha e o preparo adequado do substrato, práticas eficientes de irrigação e adubação das plântulas, e a manutenção das mudas em condições ideais até o momento do envio. Além disso, o transporte e o plantio das mudas requerem atenção especial para garantir a integridade e o estabelecimento das plantas no campo.

Para viveiristas iniciantes, é recomendável começar com um número reduzido de espécies que demandem menor manejo cultural e apresentem maior potencial de comercialização, como aquelas indicadas para arborização urbana, reflorestamento ou produção madeireira. Essa abordagem facilita o gerenciamento inicial, assegura a saída da produção e contribui para evitar prejuízos financeiros.

O conhecimento sobre as espécies a serem cultivadas pode ser adquirido em fontes especializadas, que devem ser consultadas sempre que necessário. É essencial, também, incluir na produção espécies de diferentes classes sucessionais, como pioneiras, secundárias e clímax, a fim de diversificar a oferta e atender às demandas ambientais e econômicas.

Esperamos que este material inspire os leitores a darem os primeiros passos na criação de viveiros florestais, transformando essa atividade em um empreendimento sustentável, rentável e de grande relevância para a conservação ambiental.

REFERÊNCIAS

BADANO, E. I.; DE OCA, E. J. S. M. Seed fate, seedling establishment and the role of propagule size in forest regeneration under climate change conditions. **Forest Ecology and Management**, v. 503, p. 119776, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes – RAS**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento de Defesa Vegetal, 1992. 365p.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudanças Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.

DECRETO N° 10.586, de 18 de dezembro de 2020. Regulamenta a Lei N° 10.711, de 5 de agosto de 2003. Recuperado em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10-586-de-18-de-dezembro-de-2020-295257581>.

EVERINGHAM, S. E.; OFFORD, C. A.; SABOT, M. E.; MOLES, A. T. Time-traveling seeds reveal that plant regeneration and growth traits are responding to climate change. **Ecology**, v. 102, n. 3, p. e03272, 2021.

FERNÁNDEZ FARNOCCHIA, R.B.; BENECH-ARNOLD, R.L.; BATLLA, D. Regulation of Seed Dormancy by the Maternal Environment Is Instrumental for Maximizing Plant Fitness in *Polygonum aviculare*. **Journal of Experimental Botany**, v. 70, n. 18, p. 4793–4805, 2019.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2013). Instruções para análise de sementes de espécies florestais. https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/florestal_documento_pdf-ilovepdf-compressed.pdf.

SCREMIN DIAS, E. (org.); BATTILANI, J. L.; SOUZA, A. L. T.; PEREIRA, S. R.; KALIFE, C.; SOUZA, P. R.; JELLER, H. **Manual de Produção de Sementes de Essências Florestais Nativas**. Sé-

rie: Rede de Sementes do Pantanal, nº 1. Campo Grande: Editora UFMS, 2006.

YANG LE.; PENG DL.; LI ZM.; HUANG L.; YANG J.; SUN H. Cold stratification, temperature, light, GA3, and KNO3 effects on seed germination of *Primula beesiana* from Yunnan, China. **Plant Diversity**, v. 42, n. 3, p. 168–173, 2020.

SOBRE OS AUTORES

Luiz Fernandes Silva Dionisio

Doutorado em Ciências Florestais – Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), 2018. Mestrado em Agronomia – Universidade Federal de Roraima (UFRR), 2015. Especialização em Saúde e Segurança do Trabalho – União Brasileira de Faculdades (UNIBF), 2021. Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Estadual de Roraima (UERR), 2012. Atualmente é docente na Universidade do Estado do Pará, Campus XX Castanhal, PA. <http://lattes.cnpq.br/5167016735700992>. <https://orcid.org/0000-0002-4324-2742>

Autor Correspondente: fernandesluiz03@gmail.com

Camila de Almeida Milhomem

Mestranda em Agronomia -Universidade Federal de Roraima, UFRR. Especialização em Ecologia e Biodiversidade -Faculdade Única de Ipatinga, FUNIP, 2023. Graduação em Engenharia Florestal - Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, UEMASUL, 2022. <http://lattes.cnpq.br/4420779015204595>. <https://orcid.org/0000-0002-3296-5048>

Cristiano Bueno de Moraes

Doutorado em Ciência Florestal - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, 2013. Mestrado em Ciências Biológicas (Genética) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, 2007. Graduação em Engenharia Florestal - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, 2004. Atualmente é docente na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi. <http://lattes.cnpq.br/4621768643382307>. <https://orcid.org/0000-0001-6988-0622>.

Gustavo Schwartz

Doutorado em Ecologia e Manejo Florestal – Wageningen University (WUR), Holanda, 2013. Mestrado em Ecologia – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2001. Graduação em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 1999. Atualmente é pesquisador na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/0774787368316223>

ÍNDICE REMISSIVO

A

acesso 6

ambientais 8, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 31, 34, 42, 43, 45, 65

arborização 14, 15, 65

áreas 14, 15, 22, 23, 32, 51

atividades 9, 11, 13, 40

B

biodiversidade 8, 24, 26, 32

C

climáticas 8, 23, 24, 32, 38, 42

condições 12, 14, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 33, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 45, 50, 55, 56, 58, 60, 65

conservação 8, 26, 31, 32, 65

D

degradadas 14, 15, 32

demanda 9, 12, 15, 16

demandas 9, 14, 65

desafios 8, 23, 24, 31, 51

desenvolvimento 17, 18, 19, 21, 27, 28, 34, 36, 38, 41, 42, 44, 47, 48, 50, 54, 57, 58, 59, 60

dinâmica 15, 35, 43, 64

E

ecossistemas 8, 23, 24, 26

espécies 8, 11, 14, 15, 16, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 38, 40, 47, 53, 57, 59, 60, 61, 65, 66

F

florestais 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 24, 25, 26, 27, 29, 34, 35, 38, 40, 45, 53, 65, 66

florestal 9, 31, 47, 65, 66

florestas 8, 9, 24

G

germinação 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 60

germinativo 22, 40, 60

I

implantação 9, 16, 49

intelectual 6

L

legislação 11, 12, 13

M

manejo 8, 9, 14, 15, 17, 26, 38, 40, 42, 43, 47, 51, 65

mudanças 8, 23, 24

mudas 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 32, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

N

naturais 9, 26, 29, 31, 32, 33

O

operacional 14, 15, 51, 64

P

patrimônio 9

planta 17, 19, 20, 48, 53, 55

plantas 8, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 27, 32, 37, 40, 45, 56, 57, 58, 59, 60, 65

plantio 9, 14, 15, 18, 36, 51, 55, 60, 65

plântulas 15, 24, 33, 36, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 59, 63, 65

povoamentos 9, 15

práticas 8, 14, 17, 32, 65

processo 15, 17, 20, 21, 22, 23, 29, 33, 35, 36, 38, 40, 41, 43, 50, 55, 57, 59, 60, 61

produção 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 32, 33, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 57, 65

produtivo 11, 13, 17

produtores 11, 12, 13

produtos 9, 30, 31

profissionais 9

R

recuperação 14, 15

recursos 9, 23, 24, 44

reflorestamento 8, 26, 31, 32, 33, 38, 65

restauração 8, 32

S

semeadura 15, 17, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 55, 58, 60, 65

semente 13, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 35, 47, 63

sementeiras 15, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 60
sementes 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28,
29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 45, 57, 58, 60, 65, 66
silvicultura 9, 10, 14
sistema 6, 9, 13, 16, 18, 38, 43, 44, 46, 51, 57, 59, 62, 63
socioambientais 9
substrato 17, 34, 35, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 53, 54, 55,
56, 57, 58, 59, 60, 65
sustentáveis 8, 32

T

técnicas 8, 15, 16, 26, 29, 31, 33, 48

V

vigente 12, 13
viveirista 22, 41, 42, 47, 60
viveiristas 10, 65
viveiro 9, 15, 16, 17, 18, 39, 46, 47, 48, 51, 57, 60, 65
viveiros 9, 10, 12, 14, 15, 32, 53, 57, 60, 65



AYA EDITORA
2025