

Capítulo 3

Alternativas de baixo custo para produção de mudas

Marcelino Carneiro Guedes; Ediglei Gomes Rodrigues; Edgar Cusi Auca; Dennis del Castillo Torres; Lúcia Helena de Oliveira Wadt; Joana Keila da Silva Gomes; Ezaquiel de Souza Neves; Thamires Viana Alves de Sousa

Introdução

A castanha-da-amazônia é um dos principais produtos florestais não madeireiros geradores de riquezas para os agroextrativistas. A produção de seus frutos depende quase que exclusivamente do extrativismo realizado em castanhais nativos, pois são relativamente poucas as áreas de plantio para fins de produção comercial. Apesar de o Brasil ter uma extensa área de florestas com castanhais nativos, observa-se que os castanhais atualmente explorados estão envelhecidos. Este fato, associado à intensificação da frequência de eventos climáticos extremos, torna cada vez mais urgente a renovação dos castanhais, pois as castanheiras jovens têm mais plasticidade (Schimbl et al., 2019) e são menos afetadas por restrições climáticas, tais como aquelas relacionadas a anos de fortes “El Niño”, que são associados a períodos secos mais prolongados e maiores temperaturas em partes da Amazônia (Pastana et al., 2021).

Ao mesmo tempo que o envelhecimento dos castanhais e as mudanças climáticas propiciam quedas na produção de frutos (Pastana et al., 2021), também está ocorrendo o aumento da demanda, principalmente no mercado interno brasileiro (Sousa, 2018). Essa conjuntura de situações leva à necessidade de plantios para o enriquecimento ou a expansão dos castanhais, que, além de garantirem a produção e a cadeia de suprimentos para diversos produtos derivados da castanha, também têm potencial para colocar os agroextrativistas como importantes atores na luta contra a degradação ambiental na Amazônia.

Devido à sua plasticidade ecológica e adaptação a condições menos favoráveis de disponibilidade de nutrientes, diversos autores têm apontado o potencial da castanheira para plantios em áreas antes consideradas improdutivas e na

recuperação de áreas degradadas². Plantios de castanheira por agricultores familiares podem, portanto, ser uma importante contribuição a paisagens rurais mais sustentáveis, especialmente considerando os serviços ambientais associados à recomposição florestal com uma espécie de longa vida, que é uma característica da espécie da castanheira-da-amazônia.

No entanto, vários fatores dificultam o plantio e o cultivo da espécie *Bertholletia excelsa*. Uma das principais dificuldades está relacionada aos problemas na produção de mudas. A produção de mudas via assexuada, seja por enxertia, seja por estaquia, ainda é uma tecnologia distante da realidade dos agroextrativistas. Nesse caso, a produção via sementes é a forma mais prática, permitindo que os agricultores possam produzir suas próprias mudas. Além disso, as mudas oriundas de sementes apresentam maior variabilidade genética, podem ser produzidas sem necessidade de ambiente controlado ou de mudas já estabelecidas em campo para porta-enxerto, têm menor custo de produção e não necessitam de coleta de material em árvores adultas de grande porte. Mesmo assim, há a possibilidade de certo grau de melhoramento genético, por meio da seleção de sementes oriundas de matrizes reconhecidas como sendo mais produtivas e com sementes grandes (graúdas). Detalhes sobre a seleção de matrizes e a coleta de sementes para a produção de mudas podem ser encontrados no capítulo 4.4, que trata do melhoramento genético da castanheira. Importante destacar aqui a necessidade de coletar sementes em pelo menos 20 castanheiras matrizes selecionadas para se obter uma população com diversidade suficiente para evitar problemas de incompatibilidade genética e baixa produção de frutos.

As vantagens de produção de mudas via semente é algo facilmente entendido pelos agroextrativistas. Todavia, a germinação das sementes normalmente é lenta, desigual e, frequentemente, ocorre em baixa porcentagem, pois há uma dormência imposta pelo tegumento ou casca da semente. Neste texto, será considerada semente a castanha viva que pode germinar tanto com a casca (também chamada “pivídia” pelos castanheiros) como sem o tegumento – apenas o endocarpo. A “castanha dry”, comercializada com casca, ou o endocarpo após processamento para comercialização, também chamado de amêndoa ou noz, não são considerados sementes, pois os processos de secagem com aquecimento reduzem ou levam a zero a taxa de germinação.

² Ver capítulo 5 para uma discussão mais aprofundada sobre esse tema.

O objetivo do capítulo é apresentar uma revisão da literatura sobre pesquisas voltadas ao desenvolvimento de tecnologias simples para produção de mudas, assim como as experiências desenvolvidas no âmbito da rede Kamukaia, do Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), e de viveiristas que trabalham com a espécie. As recomendações de métodos práticos e simples permitem a produção de mudas de castanheira-da-amazônia em escala familiar, de forma acessível, com qualidade e baixo custo.

O capítulo descreve diferentes métodos e técnicas para otimizar etapas do processo de germinação e produção de mudas, com resultados e recomendações para os seguintes tópicos: estruturas para as sementes e mudas; desinfecção das estruturas e sementes; estratificação e retirada da casca; semeadura e germinação; transplante, condução e desenvolvimento das mudas; e produção de mudas em miniestufas e após armazenamento nos próprios frutos (ouriços). Para avaliação da qualidade da muda produzida e da eficiência das técnicas, são apresentadas medições e observações relacionadas à porcentagem e velocidade de germinação, crescimento e mortalidade, além de parâmetros morfológicos e outros indicadores, como o índice de qualidade de Dickson (IQD), que avalia a relação entre a parte aérea e a raiz.

Estrutura para a germinação e produção de mudas

Os viveiros altamente tecnificados, com estruturas e materiais mais sofisticados, estão distantes da necessidade de produzir mudas a baixo custo e com maior acesso aos produtores agroextrativistas. Dessa forma, este capítulo foca nas possibilidades de estruturas condizentes com a realidade dos agricultores familiares da Amazônia, utilizando materiais existentes na propriedade ou nas proximidades, como madeira serrada ou roliça e palhas de palmeiras para a cobertura.

A estrutura que será utilizada deve ser planejada de acordo com as necessidades e os objetivos do produtor e pode ser de dois tipos: i) temporária, que visa à produção de mudas para uma determinada área e por um período limitado; e ii) permanentes, para produção de mudas de maneira contínua, por tempo indeterminado, podendo ser a produção voltada ao comércio, para uso próprio de empresas ou pessoa física.

A escolha do local onde será construída a estrutura é um passo importante, devendo ser considerados alguns aspectos que influenciam na produção, elencados a seguir.

- O local deve ser próximo a uma fonte de água (poço, riacho, igarapé) para facilitar a irrigação das mudas;
- O terreno deve ser plano ou com leve inclinação, para evitar que a água fique empocada;
- O viveiro não deve ser construído muito próximo de árvores grandes, para evitar fatores como queda de galhos, acúmulo de folhas e sombreamento excessivo;
- O tamanho do espaço depende do objetivo do produtor, que deve considerar o espaçamento adequado entre as estruturas: sementeira, bancadas e corredores de acesso, além dos próprios tamanhos das estruturas em si.

Tanto a sementeira quanto as bancadas que servirão de canteiros para a germinação e o crescimento inicial das mudas devem ser construídos suspensos a 1 m do chão (Figuras 1A e C), para evitar que as sementes ou as mudas sejam predadas por formigas e roedores (Müller, 1981). No caso de reaproveitamento de baldes para confecção de miniestufas para produção de mudas (Figura 1B), as plantas já ficam fisicamente protegidas pelos recipientes.

Após germinadas, as mudas ainda ficam com a castanha aderida ao caulículo durante vários meses, o que pode atrair predadores, como os roedores. Portanto, cada estaca, ou “pé”, da base de sustentação da sementeira e dos canteiros deve ser revestida com cano de PVC e pintada com óleo queimado, ou revestida com alumínio ou outro material que dificulte o acesso de formigas e roedores (Müller, 1981).

As bancadas e as sementeiras podem ser confeccionadas com tábuas e madeira retirada na própria área, para evitar o uso de estruturas metálicas, que são bem mais caras e difíceis de encontrar em regiões amazônicas de difícil acesso. Recomenda-se que a sementeira seja preenchida com substrato até uma profundidade mínima de 20 cm, pois as plântulas de castanheira apresentam sistema radicular que se desenvolve rapidamente, muitas vezes emitindo as raízes antes de lançar a parte aérea. Como substrato, pode ser usado areia pura ou areia mais serragem curtida, misturadas em uma proporção de três partes de serragem para sete partes de areia ($3/7 = 30\%$).



Na fase inicial de produção de mudas, o controle do nível de luminosidade ao qual as plantas estão expostas é um fator fundamental. Parte do viveiro, a qual se utiliza para colocar as mudas após a retirada da sementeira, deve ser coberta de forma que ocorra a interceptação de 50% da luz solar. Essa cobertura pode ser feita com qualquer tipo de palha de palmeiras disponível na localidade ou com tela sombrite 50%. A outra parte, com aproximadamente 25% de sombreamento, é o local para onde as mudas já pegas serão transferidas após o seu estabelecimento, devendo aí ficar até o momento do plantio.

Desinfecção das estruturas e sementes

Ainda não existem inseticidas e fungicidas com registro no Mapa para o tratamento das sementes ou amêndoas de castanha-da-amazônia. Como alternativa para a desinfecção das sementeiras, assim como o substrato, antes da semeadura, pode ser usada água fervente em todo o substrato, incluindo a estrutura. Uma maneira fácil e de baixo custo para realizar esse procedimento é reaproveitar latas de tinta de 18 L, que podem ser utilizadas para ferver a água em uma fogueira feita próximo ao viveiro. Importante: não deve ser jogada água fervendo nas sementes, apenas no substrato e na estrutura da sementeira. A etapa da desinfecção é uma das mais importantes durante a produção de mudas de castanheiras, para evitar o desenvolvimento de pragas e doenças. A castanha possui elevado teor de gordura e carboidratos, sendo altamente atrativa para formigas, outros insetos e fungos, sendo também necessária sua desinfecção, antes e após a semeadura.

Fungicidas e inseticidas químicos sintéticos podem ser de difícil acesso ao produtor, tanto pela questão do custo, quanto pela dificuldade em encontrá-los nos interiores da Amazônia. Outra questão relacionada ao uso desses produtos é a dificuldade em seguir uma dosagem adequada, devido às dificuldades na leitura e interpretação das bulas com as recomendações, em uma realidade em que há carência de extensão rural e assistência técnica para atender os agroextrativistas. Há também a possibilidade real de contaminação se não há o devido cuidado na manipulação do produto e no uso de equipamentos de proteção. Mesmo com a aplicação desses produtos sintéticos, há relatos de elevado apodrecimento das sementes, o que reforça ainda mais a necessidade da busca por métodos alternativos de controle de fungos e insetos.

Testes empíricos indicam que tanto o fungicida quanto o inseticida podem ser substituídos pelo óleo de neem ou de andiroba, sendo este um produto cujo uso é amplamente difundido na Amazônia brasileira, sendo empregado como remédio ou repelente de insetos. O óleo ou azeite de andiroba, quando aplicado nas sementes descascadas, permitiu obter elevada porcentagem de germinação e redução do número de sementes danificadas por formigas ou mesmo podres. Recomenda-se fazer a imersão das sementes por pelo menos 2 minutos no óleo de andiroba antes de colocá-las na sementeira. A predação, principalmente por formigas, e o apodrecimento das sementes ocorrem principalmente nos primeiros 15 dias após a semeadura. Esse é o período mais crítico em termos de perdas de sementes,

sendo necessário o produtor ficar muito atento durante esse intervalo. A água para a irrigação da sementeira deve ser misturada com óleo de andiroba e aplicada semanalmente sobre o substrato com as sementes por pelo menos 3 semanas, na proporção de uma colher de óleo (aproximadamente 5 ml) para cada 20 L de água. Após a diferenciação dos tecidos meristemáticos (eles ficam esverdeados e endurecidos), que irão originar a raiz e a parte aérea da semente, praticamente não há mais risco de esta apodrecer.

Outro método simples e natural recomendado para proteger as amêndoas do ataque de fungos é o uso de cinzas da combustão de madeira (Cusi-Auca et al., 2018). As amêndoas das sementes selecionadas e já descascadas, inteiras e livres de qualquer dano, devem ser envolvidas com a cinza no momento da semeadura, processo que também pode ser realizado após a imersão dessas no óleo de andiroba, o que melhora a formação de uma camada protetora em volta da semente. Se a seleção das sementes for muito rigorosa, Cusi-Auca et al. (2018) relatam que a desinfecção pode não ser necessária. No entanto, por precaução, e se houver disponibilidade dos produtos naturais citados, é recomendável realizar a desinfecção. Esses produtos naturais são de fácil acesso, não são nocivos e têm baixo custo, podendo ser encontrados e retirados da própria floresta e da área da propriedade.

Escarificação, seleção das sementes e retirada do tegumento lenhoso

Após a abertura dos ouriços selecionados para coleta das sementes, é fundamental que se realize a triagem das sementes, colocando-as em recipiente com água e descartando aquelas que boiarem, pois estarão vazias, “chochas” ou com algum dano na amêndoa.

As sementes de castanha possuem um tegumento externo chamado de casca ou casquilho, que envolve o endocarpo, que é a parte comestível conhecida como amêndoa. Esse tegumento é muito duro, espesso e lignificado, causando dormência física e dificuldades de germinação (Kainer et al., 1999). Sem uma escarificação física desse tegumento, que o rompa completamente ou pelo menos crie fissuras na sua superfície, facilitando as trocas gasosas e a entrada de água, a germinação será muito irregular e poderá demorar mais de um ano para acontecer. Assim,

a etapa da escarificação das sementes é uma das mais importantes para se ter sucesso na produção de mudas de castanheiras em um tempo menor.

Dessa forma, para acelerar a germinação, se faz necessária a escarificação ou a completa remoção do tegumento da semente antes da sementeira. No entanto, a remoção do tegumento sem danificar a amêndoa não é uma atividade fácil de se realizar, pois qualquer dano facilitará o ataque de microrganismos patogênicos e seu apodrecimento. Alternativas para facilitar o descascamento e obter boas amêndoas para sementeira e uma germinação mais uniforme são: i) estratificação em serragem dentro de miniestufas; e ii) armazenamento das sementes dentro do próprio fruto. Esses métodos, que serão detalhados no final do capítulo, representam práticas que facilitam o trabalho para os produtores, não exigindo o acompanhamento frequente, pois são utilizadas condições naturais de germinação das sementes e estas ficam protegidas da ação de roedores e outros predadores.

Esses métodos podem ser facilmente aplicados nas colocações dos castanheiros e não precisam de muito controle, mas necessitam de maior tempo de estratificação. A Figura 2A ilustra as camadas de sementes da castanha estratificadas com a própria casca da castanha decomposta. Se o produtor tiver necessidade de realizar logo a sementeira, uma alternativa mais rápida é a imersão das castanhas na água (Figura 2B).

As sementes devem ficar embebidas em água durante pelo menos 15 dias para facilitar a retirada do tegumento. Contudo, isso exige que a água seja corrente ou trocada diariamente, senão pode ocorrer a fermentação das amêndoas. É, portanto, um processo que demanda o monitoramento e o acompanhamento diário por parte do agroextrativista para garantir seu sucesso.

Após a estratificação, deve ser realizada nova seleção das sementes para eliminar aquelas com sinal de podridão, antes de ir para a quebra e a retirada da casca. A retirada da casca para sementeira apenas da amêndoa pode ser realizada com auxílio de um torno de bancada (Figura 3.2C) ou de um quebrador de castanha (Figura 2D). Detalhes sobre como usar esses equipamentos e dicas para retirada da casca sem danificar a amêndoa serão vistos mais à frente.



Fotos: Edigar Cusi-Auca (A, B e C); Marcelino Guedes (D)

Figura 2. Estratificação de sementes de castanheira-da-amazônia em camadas alternadas com a própria casca da castanha decomposta (A); sementes de castanha imersas em água para facilitar a quebra e a retirada da casca (B); descasca da castanha com auxílio de torno de bancada (C); e quebrador de castanha, para retirada da amêndoa que será semeada (D).

Após a retirada da casca das sementes da castanha, deve-se semear apenas as amêndoas completamente saudáveis sem nenhum dano. Todas aquelas com sinal de dano mecânico durante a quebra (Figura 3), como as cortadas, as quebradas, com presença de trincas e fissuras, assim como aquelas com danos biológicos, como indício de podridão ou presença de fungos, devem ser descartadas.



Figura 3. Danos mecânicos em amêndoas de castanha-da-amazônia que justificam seu descarte e não utilização na produção de mudas.

Semeadura, germinação das sementes e suas características

Antes de colocar as amêndoas para a germinação na sementeira, é importante saber que essas possuem dois polos germinativos: um que originará o caule e outro, a raiz (Müller, 1981). A extremidade mais arredondada corresponde à extremidade que dará origem ao caule e deve ser colocada voltada para cima. A outra extremidade, que se apresenta em formato mais triangular e pontiagudo, deve ser colocada para baixo (Corvera-Gomringer et al., 2010). Esse procedimento facilita a manipulação das plântulas no momento da repicagem e gera mudas de melhor qualidade. Na dúvida sobre a identificação dos polos por onde sairão a raiz e o caule, a semente pode ser colocada “deitada” na sementeira.

Com a sementeira preparada e nivelada, devem ser feitos sulcos a cada 5 cm, com, aproximadamente 1 cm de profundidade por 1 cm de largura, nos quais serão colocadas as amêndoas para germinar (Figura 4B). Deve-se utilizar o máximo de

espaço possível na sementeira. As amêndoas não devem ficar afastadas umas das outras mais que 1 cm.



Fotos: Marcelino Guedes

Figura 4. Sementes saudáveis de castanheira-da-amazônia selecionadas para semeadura, mostrando o polo germinativo radicular, com a borda inferior mais afinada, e o polo germinativo caulinar, com a borda superior mais arredondada (A); processo de semeadura em canaletão com areia (B).

Normalmente, as sementes sem a casca começam a germinar em menos de um mês (Müller, 1981). O monitoramento deve ser constante após colocar as amêndoas para germinar, pelo menos até os 15 primeiros dias, quando ocorrem os maiores índices de podridão das amêndoas. Nesse período, pelo menos uma vez a cada 2 ou 3 dias, deve-se remover levemente o substrato de cima da amêndoa, sem movê-la do lugar, para verificar sua viabilidade. As amêndoas podres ou danificadas por insetos devem ser retiradas da sementeira e descartadas longe do viveiro. Também devem ser retiradas e descartadas as partes superficiais do substrato onde forem observados desenvolvimento de fungos.

Germinação de sementes e produção de mudas de castanheira-da-amazônia em miniestufas

Esse método simples, acessível e de baixo custo para produção de mudas de castanha foi desenvolvido no IIAP e adaptado na Embrapa. Ele compreende três etapas, que são a estratificação, a germinação e o crescimento das mudas, conforme os passos a seguir.

Preparação de miniestufas

Uma miniestufa (Figura 5A) é preparada utilizando um balde plástico de 20 L de capacidade, com sua respectiva tampa, devidamente desinfetado com solução de água e hipoclorito de sódio a 2%. Após a limpeza, fura-se um buraco de 4 mm de diâmetro, 5 cm abaixo da tampa (Figura 5B). Esse buraco é muito importante para permitir a troca de gases (Cusi-Auca et al., 2018).

Fotos: Joana Keilla da Silva Gomes



Figura 5. Miniestufas para produção de mudas de castanheiras, preparadas utilizando baldes plásticos de 20 L de capacidade, com suas respectivas tampas (A), com detalhe do furo de 4 mm de diâmetro, localizado 5 cm abaixo da tampa, para trocas gasosas (B).

Estratificação das sementes na miniestufa

Como já foi colocado anteriormente, as sementes de castanha germinam em um tempo muito menor quando o tegumento externo que reveste o endocarpo é removido. No entanto, a remoção do tegumento é uma operação que precisa ser feita com muito cuidado, pois qualquer dano à amêndoa representa a porta de entrada para fungos. Para facilitar a retirada do tegumento, as sementes podem ser deixadas, aproximadamente, 5 meses em uma miniestufa, misturadas com algum substrato. Cada miniestufa, no processo de estratificação, pode conter até 10 kg de castanhas (180-200 sementes/kg), que devem ser lavadas anteriormente e selecionadas com máximo cuidado para eliminar aquelas que apresentam qualquer defeito físico.

Diversos substratos podem ser usados, tais como:

- Areia lavada do rio;
- Serragem de partículas grosseiras (maravalha) decomposta;
- Casca de castanha decomposta há mais de 3 anos;
- Terra da floresta, eliminando todos os tipos de insetos.

Qualquer substrato utilizado deve ser passado por uma peneira ou alguma malha, com furos em torno de 0,5 cm de diâmetro, para que um material homogêneo e solto seja obtido. Em testes realizados no IIAP com três tipos de substratos (serragem, terra florestal e casca de castanha decomposta), o substrato terra florestal propiciou menor tempo no descascamento e maior percentual de sementes saudáveis ($72 \pm 13,7\%$), conforme a avaliação feita no momento da retirada do tegumento. Resultado semelhante foi obtido em teste feito na Embrapa Rondônia, confirmando o melhor desempenho da terra da floresta como substrato para a estratificação e a facilitação da retirada da casca da castanha (Gomes, 2019).

A disposição das sementes de castanha nas miniestufas é feita em camadas, colocando 10 cm de substrato na base, depois 10 cm de semente, e assim por diante, até chegar ao orifício, sem obstruí-lo, colocando substrato como a última camada (Cusi-Auca et al., 2018). O material usado como substrato deve estar umedecido, mas não demasiadamente. Não deve escorrer água ao espremer o substrato na mão. Após o fechamento da tampa do balde, nenhuma água adicional deve ser colocada durante o processo de estratificação, que leva cinco meses.

Após 5 meses, o amaciamento do tegumento é alcançado, permitindo que a casca seja removida com a ajuda de um torno (morsa) de bancada, de um quebrador de castanha ou outro instrumento que facilite o processo, tendo muito cuidado para não danificar a amêndoa. Uma dica é usar um extrator de grampos, ou a parte de trás (não cortante) de um canivete ou de uma faca que não seja pontiaguda, para remover a casca após esta ser rachada com a morsa ou o quebrador. Após a retirada total da casca, as sementes são cuidadosamente selecionadas, removendo todas aquelas que mostram algum dano físico, não importa quão pequeno seja.

Miniestufa para germinação

A mesma miniestufa e o mesmo tipo de substrato podem ser usados para alcançar a germinação das sementes de castanha após a quebra e a retirada da casca.

No entanto, para sua reutilização, o substrato deve passar por um processo de “solarização”, em lonas ou sacos plásticos transparentes, que visa reduzir a carga microbiana do material por meio do aquecimento. Para isso, o substrato deve ser umedecido e colocado dentro do plástico, que deve ser bem amarrado nas extremidades para evitar perda de umidade. Em seguida, é colocado, por até 2 meses, em uma área que receba a ação direta do sol, que pode elevar a temperatura interna a 60-70° C, eliminando muitos patógenos e sementes daninhas. Durante esse tempo, o produtor deve ir retirando as cascas das sementes de castanha, trabalho esse que deve ser realizado com paciência e cuidado. Se esse processo for terminado antes de completar o período necessário para a solarização do substrato, este deve ser esterilizado com água fervente para realizar logo a semeadura.

As miniestufas devem ser preenchidas com o substrato esterilizado e umedecido (como na estratificação) até a altura de cerca de 15 cm do fundo do balde. Até 50 sementes podem ser colocadas para germinação (Figura 6A), introduzindo-as até 1 cm abaixo da superfície do substrato, evitando compactação. Durante a distribuição das sementes, deve-se tomar cuidado para que os polos de germinação tenham a orientação adequada para evitar germinações defeituosas (Cusi-Auca et al., 2018).

As miniestufas com as sementes são bem fechadas com as tampas dos baldes e colocadas sob cobertura que fornece uma sombra de aproximadamente 60% até que as sementes germinem. A temperatura dentro da miniestufa chega a 37° C, não sendo necessário adicionar água, pois a umidade inicial do substrato será mantida pela condensação interna (Cusi-Auca et al., 2018).

Em testes de germinação realizados com essas miniestufas, preenchidas com quatro substratos (terra florestal, areia, serragem decomposta e areia + serragem), não foram observadas diferenças significativas nas respostas em função do tipo de substrato. Em média, houve 76% de germinação e todos os substratos apresentaram índice acima de 70%. Sob as condições das miniestufas, a germinação das sementes de castanha começou aos 5 dias após o plantio, atingindo 40% de germinação em 15 dias e estabilização em 30 dias, chegando a 81% de germinação (Cusi-Auca et al., 2018).

Em um teste realizado com miniestufas no Campo Experimental da Embrapa Rondônia, tentando reduzir o tempo de estratificação para 60 dias, a germinação das sementes teve início aos 44 dias. O solo de floresta foi o que apresentou melhores resultados, mesmo assim, obteve-se apenas 24% de germinação aos 82 dias, quando houve a estabilização da emergência das plântulas (Gomes, 2019). Uma

possível explicação para esses resultados inferiores aos encontrados no Peru foi que o período bem menor de estratificação, de 2 meses (*versus* 5 meses no Peru), não foi suficiente para desencadear o processo de germinação, pois as amêndoas, nessa fase antes do processo de diferenciação celular para a germinação, são muito mais sensíveis ao ataque dos patógenos. Nessas condições, houve um excesso de apodrecimento e perda de sementes, nem o fungicida químico sintético utilizado na desinfecção das sementes se mostrou capaz de controlar a podridão.

Miniestufa para crescimento inicial das mudas

Uma vez germinadas, as sementes de castanha em forma de “espada” (com broto inicial, sem abertura de folhas) ou com duas folhas abertas estarão prontas para ser retiradas das miniestufas (Figura 6B) e levadas para a repicagem, ou seja, para realizar o transplante para o recipiente definitivo onde cada muda irá se desenvolver. Preferencialmente, o recipiente utilizado para inserir cada semente germinada deve ser um tubete de capacidade de 115 cm³ (Cusi-Auca et al., 2018). As sementes germinadas são, então, inseridas no tubete, tomando o cuidado de podar a raiz se ela for muito grande. Posteriormente, os tubetes são preenchidos com substrato adequado, que pode ser constituído por uma mistura de uma parte de areia + uma parte de serragem curtida, na proporção 1/1, em base volumétrica. Em seguida, os tubetes são arrumados em pé nos baldes, que antes devem receber uma camada de substrato (pode ser o mesmo que será usado nos tubetes ou apenas areia molhada) com altura de 20 cm. Os tubetes devem ser completamente inseridos no substrato inferior no fundo do balde, cuja tampa deve ser substituída por plástico transparente para permitir a entrada de luz. O plástico pode ser preso ao balde com uma liga ou tira de câmara de pneu, que facilita a retira para inspeção e cuidado das mudas. Em cada balde de 20 L, podem ser produzidas, no máximo, dez mudas.

Para proporcionar o desenvolvimento das mudas, as miniestufas prontas são colocadas em ambiente com luminosidade de 60%, por um período de 3 meses. Durante esse período, o crescimento das raízes deve ser monitorado e realizada a poda se elas saírem dos tubetes. Outro cuidado durante esse período é a remoção de ervas daninhas. Após os 3 meses de idade, as mudas já estarão próximas da tampa (Figura 6C), por isso será necessário removê-las e aumentar a altura da miniestufa. Uma cúpula de 30 cm acima da tampa pode ser confeccionada com plástico transparente sobre uma estrutura metálica (dois arames de aço curvados e cruzados, conforme Figura 6D) para favorecer a entrada de luz e a atividade fotossintética.



Figura 6. Etapas envolvidas no processo de produção de mudas de castanheira em miniestufas, feitas com baldes plásticos de 20 L: sementeira (A); germinação e plântulas (B); mudas desenvolvidas dentro dos baldes (C); extensão de plástico para formação de câmara úmida e crescimento das mudas além da altura do balde (D).

A estrutura da cúpula pode ser amarrada na altura da tampa, tomando o devido cuidado para evitar obstruir o orifício lateral (Figura 5B). As mudas podem ficar na miniestufa por mais 2 meses, sem adição de fertilizantes, pois as reservas nutricionais das sementes de castanha são suficientes para sua nutrição nesse período. A cúpula é importante para manter a umidade na câmara e proteger as mudas, mas, a partir daqui, também é possível seguir com o seu crescimento sem essa estrutura ou fora das miniestufas.

Em estudo no Peru, onde foram testados quatro tipos de substratos (areia, areia + serragem, casca de castanha decomposta e terra florestal) para o crescimento e a produção de mudas em miniestufas, foi verificado que a mistura de areia + serragem foi o substrato que propiciou melhor desenvolvimento. As mudas desse tratamento apresentaram maior comprimento da parte aérea ($40,34 \text{ cm} \pm 3,24 \text{ cm}$),

da raiz (19,51 cm \pm 4,83 cm), assim como maior número de folhas, massa seca aérea e massa seca de raiz.

Em um experimento realizado na Embrapa de Rondônia, onde o método das miniestufas foi comparado com sementeira-padrão para produção de mudas de castanheiras, a miniestufa foi melhor que o método da sementeira, apresentando maior índice de velocidade de germinação (IVG). A miniestufa também torna dispensável a rega, devido à diminuição da evapotranspiração e ao aumento da retenção de água no interior dos baldes. Quanto ao tipo de substrato, o solo de floresta apresentou os melhores resultados para o IVG, e também para a relação raiz/parte aérea, que gera o IQD, mas não houve diferença significativa em relação ao desenvolvimento das mudas.

Os resultados obtidos com esse trabalho indicam que o uso de solo de floresta em miniestufas pode ser uma boa alternativa para a produção de mudas de castanheira-da-amazônia em área extrativista onde não há infraestrutura para viveiros. Além do baixo custo para o produtor, a utilização de miniestufa se torna uma alternativa viável devido aos resultados positivos e à facilidade de confecção e condução do trabalho. Para sua construção podem ser reaproveitados diversos baldes plásticos com tampa, como aqueles utilizados na comercialização de vários produtos, como manteiga, cloro, tintas e massa corrida, desde que devidamente limpos e desinfectados.

Rustificação das mudas produzidas em miniestufas

No caso de plantio das mudas produzidas nas miniestufas em áreas livres de vegetação ou sistemas agroflorestais, sem ou com pouco sombreamento, se faz necessária a fase de rustificação ou endurecimento. Para isso, colocam-se as mudas sob sombreamento de 80%, durante uma semana, com irrigação frequente e depois se diminui aos poucos a porcentagem de sombra e irrigação, até a completa exposição ao sol, e a frequência de rega, apenas para que não seja atingido o ponto de murcha. Esse processo deve ocorrer durante, aproximadamente, 1 mês, sendo que, após esse período, as mudas estarão adaptadas para plantio em áreas com maior exposição solar.

No caso em que as mudas sejam destinadas a enriquecimento de bosques castanheiros, em clareiras naturais ou induzidas, não é necessária uma rustificação intensa, pois o plantio será realizado em ambiente mais ameno. No Peru, onde é permitido o aproveitamento da madeira dentro das concessões de castanha, essa prática já é realizada.

Germinação e produção de mudas de castanheira-da-amazônia após armazenamento do fruto (Ouriço)

Como alternativa para facilitar o trabalho dos agroextrativistas que queiram produzir mudas de castanheira, pode-se utilizar o próprio fruto (ouriço) para o armazenamento das sementes por um determinado período, substituindo a estratificação em substrato úmido, em baldes ou outros recipientes. Esse método é mais prático e simples, pois, durante o período de armazenamento no ouriço, não há necessidade de nenhuma atividade antes da retirada da casca da castanha. O tegumento amolece naturalmente pela tentativa das sementes de germinarem e, algumas vezes, elas já apresentam trincas e início da emissão da radícula (Figura 7B), tornando-se menos trabalhosa, mais rápida e eficiente a remoção da casca e o processo de germinação.

Os ouriços podem permanecer no próprio castanhal ou em alguma área de floresta mais próxima da residência. Na floresta, é importante que sejam protegidos do ataque dos roedores, fazendo um cercado à sua volta. No caso da produção em viveiro, recomenda-se o armazenamento dos ouriços em caixas térmicas de poliestireno expandido – isopor (Figura 7A), ou caixas plásticas de supermercado, que podem ser visualizadas na Figura 1C, com terra e um pouco de serapilheira na superfície. O tamanho da caixa vai variar com a quantidade dos frutos ou a quantidade de mudas que se pretende produzir. Os ouriços devem ser colocados com o opérculo, “umbigo,” voltado para baixo, evitando, assim, o encharcamento excessivo das sementes. O armazenamento dos ouriços e das sementes neles contidas também pode ser realizado em sacos plásticos resistentes de colocar lixo, que deve ser fechado para manter a umidade.

Em estudo realizado na Embrapa Amapá (dados ainda não publicados), foi testado o tempo de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 meses) das sementes de castanha nos ouriços durante 1 ano. Nesse estudo, todas as amêndoas inteiras e sem danos foram semeadas em canaletão (Figura 7C), após retirada da casca, em cada tempo, com auxílio de quebrador de castanha. Foram armazenados quinze frutos de cada uma de várias castanheiras matrizes selecionadas, sendo quebrados três de cada matriz para retirada das sementes que foram para o canaletão, em cada um dos cinco tempos testados. A referência foi o tempo zero (T0), quando a quebra dos ouriços foi realizada logo pós a coleta em campo. Posteriormente, mais três ouriços de cada matriz foram quebrados a cada 3 meses, até se atingir o T4 = 12 meses. Todas as amêndoas que foram danificadas durante a extração do tegumento, mesmo que o dano tenha sido mínimo, foram descartadas.



Fotos: Marcelino Guedes

Figura 7. Armazenamento dos ouriços em caixas de isopor para facilitar a retirada da casca e a germinação de sementes de castanheiras (A); sementes de castanha com casca trincada e emissão de radícula 6 meses após retirada do ouriço (B); plântulas de castanheiras em canaletão com areia mais serragem curtida (30%), em momento ideal para a repicagem ou o transplante (C); saquinhos com plântulas transplantadas e originadas de sementes armazenadas nos ouriços (D).

A repicagem, ou o transplante, das plântulas para os saquinhos com substrato (Figura 7C), ou outro recipiente que será usado para produzir as mudas, deve ser realizada logo após a emissão do primeiro par de folhas. As plântulas devem ser removidas do canaletão com auxílio de uma pequena pá para descompactar o substrato da sementeira e transferidas individualmente para cada recipiente. Se as raízes estiverem muito compridas, com tamanho maior que a metade da altura do recipiente, pode ser realizada sua poda para facilitar o transplante. É importante bater levemente o recipiente na bancada várias vezes e apertar com os dedos em torno do caule da plântula para retirar bolsões de ar e evitar posterior rebaixamento do substrato e exposição de raízes superficiais.

Apesar de não haver diferenças estatísticas entre os três primeiros tempos (T0, T1 e T2) testados no experimento, recomenda-se realizar a retirada do tegumento no

período de 3 a 6 meses de armazenamento, uma vez que as sementes que não são armazenadas (T0) apresentaram maior resistência na retirada do tegumento e na “quebra da casca”, bem como, conseqüentemente, maiores perdas por danos físicos. Com esse período de 3 a 6 meses, além de ficar mais fácil retirar o tegumento da castanha, também é facilitada a quebra do ouriço. Na Figura 8, verifica-se que o tempo de armazenamento dos ouriços necessário para obtenção de melhores resultados na germinação vai de 3 a 6 meses.

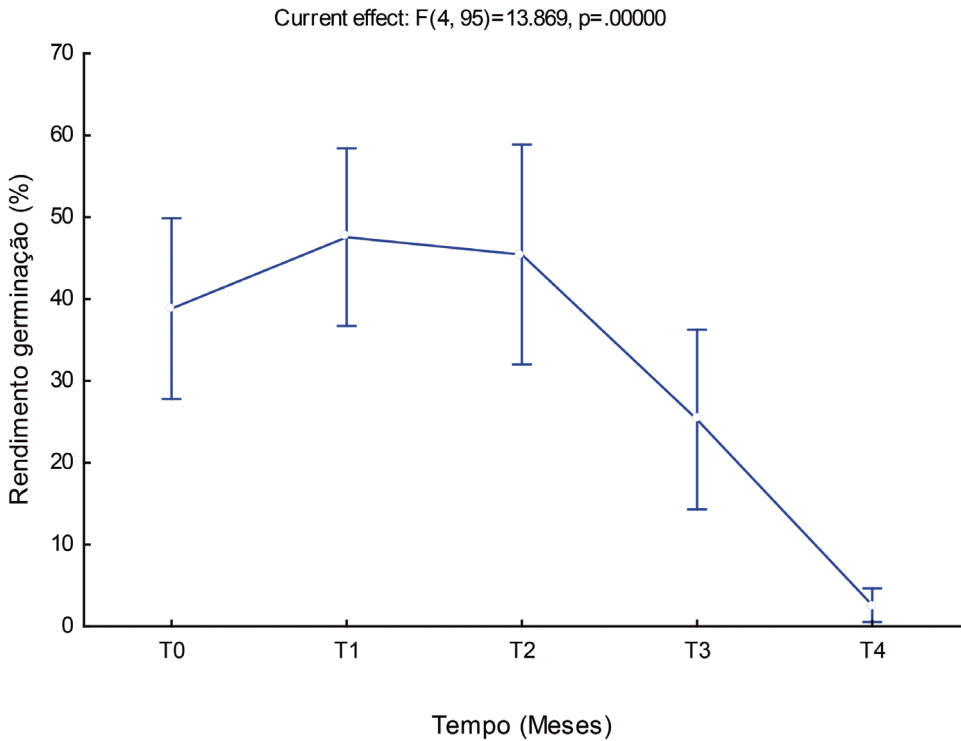


Figura 8. Porcentagem de germinação da castanha-da-amazônia em função do tempo de armazenamento das sementes em ouriços. T0 = tempo zero, os ouriços foram quebrados logo que chegaram do campo e as amêndoas, colocadas para germinar após o descascamento das castanhas; T1 = 3 meses de armazenamento; T2 = 6 meses de armazenamento; T3 = 9 meses de armazenamento; e T4 = 12 meses de armazenamento. As barras verticais representam o intervalo de confiança construído com 95% de certeza.

Verifica-se que, a partir de 9 meses de armazenamento, ocorrem drásticas quedas na porcentagem da germinação. Portanto, deve-se tomar muito cuidado para que as castanhas sejam retiradas dos ouriços antes de se atingir esse tempo. Nesse primeiro estudo, foram verificados rendimentos de germinação e mudas produzidas em torno de 50%. Esse pode ser considerado um bom rendimento, principalmente quando observamos o aumento e a padronização na velocidade de germinação. No entanto, esses valores podem ser aumentados e o processo, otimizado, pois houve elevada perda de sementes por apodrecimento devido ao ataque de fungos, mesmo utilizando fungicida químico. Com o uso de inseticidas naturais, o maior controle da desinfecção e o armazenamento dos ouriços em sacos pretos de lixo fechados, foram obtidas maiores porcentagens de germinação. Após o armazenamento de 3 a 6 meses das sementes nos frutos (ouriços) e a semeadura de amêndoas inteiras e selecionadas, observa-se a emergência da radícula, a partir dos 15 dias, e do caulículo, a partir dos 25 dias. Aos 30 dias, já é possível observar o aparecimento das primeiras folhas em várias plântulas, sendo que, aos 40 dias, a maior parte das plântulas exibem as folhas expandidas. Após esse período em que a semente germina, o apodrecimento é muito reduzido e praticamente 100% das sementes germinadas que geram plântulas irão virar mudas aptas para plantio.

Considerações finais

Este capítulo apresentou métodos práticos e simples para produção de mudas de castanheira-da-amazônia em escala familiar, com os quais o agroextrativista poderá produzir mudas de forma acessível, com qualidade e baixo custo. Nesse contexto, torna-se importante destacar que a produção local de mudas pelo próprio agroextrativista é uma etapa importante para viabilizar a necessária e urgente renovação dos castanhais perante o envelhecimento dos castanhais e o agravamento da crise climática. Para isso, é fundamental a existência de mudas de qualidade e com baixo custo.

Estruturas simples de viveiro podem ser utilizadas para produção de mudas de castanheiras com sucesso, sendo que os cuidados no processo são mais importantes do que ter um viveiro altamente tecnificado. Os principais processos que exigem cuidado e atenção, por parte dos produtores, para se ter eficiência, rendimento e produção de boas mudas, são a estratificação e a quebra da castanha para retirada da amêndoa, bem como a desinfecção e o acompanhamento rigoroso logo após a semeadura.

A remoção do tegumento da semente para semear diretamente a amêndoa é um dos principais desafios da produção de mudas de castanha. Já está comprovado que, para acelerar, uniformizar e aumentar a porcentagem de germinação, é fundamental semear a amêndoa intacta sem danos. No entanto, o tegumento externo da castanha é muito duro, espesso e lignificado, sendo que sua retirada, sem danificar a amêndoa, é um processo que exige habilidade e paciência. Para facilitar esse processo é preciso umidificar e amolecer o tegumento, deixando as castanhas totalmente imersas em água por 15 dias, ou fazer a estratificação em miniestufas, ou nos próprios ouriços.

As técnicas de produção de mudas de castanheiras em miniestufas e armazenamento nos próprios ouriços, detalhadas neste capítulo, foram validadas dentro desse contexto. São técnicas viáveis, pois resolvem de forma simples e eficiente uma das principais dificuldades para produção dessas mudas, que é o amolecimento e a extração da casca da semente. Isso é fundamental para que ocorra a retirada e a semeadura de amêndoas selecionadas inteiras e sem nenhum dano, diminuindo a perda de sementes, devido à infecção por fungos e à ocorrência de pragas e doenças.

O controle de pragas e doenças com inseticidas e fungicidas químicos sintéticos não se mostrou muito efetivo, sendo recomendados métodos naturais alternativos para desinfecção das sementes e da sementeira, tais como óleo de andiroba e neem. Um rigoroso controle nas primeiras semanas logo após a semeadura, inclusive com vistorias diárias e retiradas das sementes podres, é crucial para o sucesso na produção de mudas de castanheiras.

Referências

- CUSI-AUCA, E.; DIONÍSIO, L. F. S.; BAARDALES-LOZANO, R. M.; SCHWARTZ, G. Propagation of Brazil nut (Humb. y Bonpl) seedlings using seeds in mini-greenhouses. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 12, n. 4, p. 300-313, out./dez., 2018. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v12i4.5222>.
- CORVERA-GOMRINGER, R.; DENNIS, del C. T.; WILSON, S. P.; ALFREDO, C. Z. **La castanha amazônica (*Bertholletia excelsa*) - Manual de cultivo**. Madre de Dios: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 2010. 74 p.
- GOMES, J. K. S. **Método prático para produção de mudas de castanha-da-amazônia adaptado para produtores agroextrativistas**. 2019. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Faculdade de Rondônia, Porto Velho.

KAINER, K. A.; DURYEY, M. L. D.; MALAVASI, M. de M.; SILVA, E. R. da; HARRISON, J. Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management. **Forest Ecology and Management**, v. 116, n. 1-3, p. 207-217, Apr. 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00461-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00461-7).

MÜLLER, C. H. **Castanha-do-brasil**: estudos agrônômicos. Belém, PA Embrapa CPATU, 1981. 25 p. (Embrapa CPATU. Documentos, 1). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/379778>. Acesso em: 22 set. 2021.

PASTANA, D. N. B.; GUEDES, M. C.; MODENA, E. de S.; WADT, L. H. de O.; NEVES, E. de S. MARTORANO, L. G.; LIRA-GUEDES, A. C.; SOUZA, R. L. F. de; COSTA, F. L. Strong El Niño reduces fruit production of Brazil-nut trees in the eastern Amazon. **Acta Amazonica**, v. 51, n. 3, p. 277-286, jul./set. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392202003702>.

SCHIMBL, F. C.; FERREIRA, M. J.; JAQUETTI, R. K.; MARTINS, S. C. V.; GONÇALVES, J. F. de C. Physiological responses of young Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) plants to drought stress and subsequent rewatering. **Flora**, v. 252, p. 10-17, Mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.02.001>.

SOUSA, W. P. **A castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) no contexto dos novos padrões internacionais de qualidade e segurança dos alimentos**. 2018. 241 f. Tese (Doutorado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.