

Capítulo 2

Técnicas de propagação por enxertia

José Edmar Urano de Carvalho; Walnice Maria Oliveira do Nascimento

Introdução

A castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é espécie arbórea de grande porte, que se reproduz em seu habitat exclusivamente por meio de sementes. Quando cultivada, pode ser propagada tanto por via sexuada (sementes) como por via assexuada (estruturas vegetativas), particularmente por meio de enxertia. No entanto, há um relato de expressivo número de castanheiras regenerando-se a partir de brotações de raízes. Tal fato foi verificado no estado do Pará, mais precisamente em um castanhal nativo, com forte ação antrópica, na Serra dos Carajás, entre o núcleo 5 e o rio Itacaiúnas, ao longo da rodovia PA-275. Essa regeneração foi induzida pelo corte de raízes efetuado por máquinas pesadas durante a construção da referida rodovia (Silva; Rosa, 1986). Efetivamente, em castanhais nativos e mesmo em castanhais de cultivo, não há registros de castanheiras regenerando-se a partir de raízes. Provavelmente, isso não ocorra em decorrência de o sistema radicular ser relativamente profundo e se encontrar, tanto no primeiro caso quanto no segundo, recoberto por expressiva camada de liteira.

A castanheira, quando cortada (desde que o corte não seja rente ao solo), emite inúmeras brotações na porção superior do caule remanescente, permitindo a regeneração da planta. Isso ocorre tanto em castanheiras jovens como em castanheiras adultas. A propósito, na *Coleção de germoplasma de castanha-da-amazônia da Embrapa Amazônia Oriental*¹, alguns acessos estabelecidos sob a forma de clone foram implantados por meio de substituição da copa de castanheiras oriundas de sementes com idade de dez anos. Para tanto, o caule foi decepado a 1 m de altura, no final do período das chuvas. Entre 45 e 60 dias após o corte, ocorreu

¹ Disponível em: <https://av.cenargen.embrapa.br/avconsulta/Passaporte/detalhesBanco.do?idb=352>.

significativo número de brotações no segmento do caule remanescente, deixando-se, porém, somente dois ou três para serem enxertados. As brotações estão aptas para serem enxertadas entre três e quatro meses após o seccionamento do tronco. Em uma castanheira nativa com diâmetro na altura do peito superior a 100 cm, situada em área urbana do município de Baião-PA, que foi derrubada por questões de segurança, haja vista que se encontrava próxima a residências, também se observou notável número de brotações após o corte.

A propagação por estacas de ramos, por alporquia e por cultura de tecidos ainda não propiciou resultados satisfatórios, até o momento. Para a estaquia e alporquia, na maioria dos casos, tem-se observado apenas a formação de calo sem posterior enraizamento e raramente se obtém porcentagem de enraizamento superior a 5%. Algum sucesso tem sido obtido com estacas de plantas jovens, obtendo-se porcentagem de enraizamento em torno de 50% (Morais et al., 2008; Cordeiro et al., 2016; Bordales-Lozano et al., 2019).

Obtenção do porta-enxerto

Na propagação por enxertia, a semente é elemento essencial, pois o porta-enxerto é a própria castanheira, que é obtido por via seminífera. A adoção de procedimentos corretos de coleta dos frutos, extração, beneficiamento e tratamento das sementes, assim como o conhecimento das características morfológicas e fisiológicas das sementes, é fundamental para obter-se sucesso na produção do porta-enxerto e, conseqüentemente, na enxertia.

Um problema que persiste até os dias atuais, relativo à produção do porta-enxerto, está associado à germinação lenta e com acentuada desuniformidade. Não obstante os avanços tecnológicos obtidos com pesquisas desenvolvidas na década de 1980 (Müller, 1982) e que foram e estão sendo aperfeiçoadas nos últimos tempos (Nascimento et al., 2010; Cusi-Auca et al., 2018). A desuniformidade na germinação condiciona heterogeneidade de grande magnitude na altura e no diâmetro dos porta-enxertos, exigindo criteriosa seleção, em termos de tamanho da planta, por ocasião do plantio dos porta-enxertos no campo ou da própria enxertia, quando efetuada pelo método de garfagem no topo em fenda cheia.

Coleta, extração e beneficiamento das sementes para produção de porta-enxertos

Os frutos, conhecidos como ouriços, devem ser coletados entre um e dois dias após desprendimento natural da planta-mãe; caso contrário, pode haver comprometimento na qualidade fisiológica das sementes. Essa recomendação é importante, haja vista que é frequente a presença de castanhas já completamente deterioradas ou infectadas por fungos, principalmente dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, no interior dos frutos. Esses fungos causam apodrecimento e podem comprometer a capacidade de germinação de todas as sementes contidas no fruto (Soares, 2019). Esse problema se verifica mais frequentemente quando os ouriços permanecem sob a copa da árvore por um período superior a um mês.

A colheita direta dos frutos, ou seja, a sua retirada das árvores, antes do desprendimento natural, é inviável, mesmo em pomares com plantas enxertadas, pois as árvores são muito altas. Além disso, não há indicativos do ponto em que estão completamente maduros, pois não há mudanças pronunciadas na cor da casca do fruto desde o início de sua formação até a completa maturação.

Quando os frutos atingem a maturação, as sementes estão livres em seu interior, porém, como a abertura opercular é diminuta em relação ao tamanho das sementes, elas não são liberadas, como ocorre em algumas espécies de lecitidáceas, em particular do gênero *Lecythis*, popularmente conhecidas como sapucaias (Tsou; Mori, 2002). Assim sendo, para extrair as sementes, é necessário abrir os frutos, utilizando-se um facão ou uma machadinha com lâmina de corte bem afiada. A operação de abertura é difícil e exige habilidade, pois a camada central do pericarpo, ou seja, o mesocarpo, que representa 50% da massa do fruto, é bastante rígida e dura (Petrechen et al., 2019).

O corte é realizado com certos golpes na porção terminal do fruto até que uma pequena parte da casca se desprenda, possibilitando a extração das sementes (Figura 1). Alternativamente, pode-se utilizar uma serra-copo, com diâmetro mínimo de 54 mm, acoplada a uma furadeira elétrica (Figura 2). No primeiro caso, um operário com bastante prática extrai aproximadamente 100 kg de sementes em uma jornada de oito horas de trabalho, que corresponde entre dez e doze mil sementes. No segundo, o rendimento é um pouco inferior, 80 kg de sementes, pois, em alguns casos, a porção da casca removida fica na parte interna da serra, demandando certo tempo para ser retirada.

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Figura 1. Corte com facão de frutos da castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.).

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Figura 2. Abertura de fruto da castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) com serra-copo acoplada a uma furadeira elétrica.

As sementes recém-extraídas devem ser lavadas em água corrente até a completa remoção de resíduos da placenta e do endocarpo e de outras sujidades. Em seguida, devem ser imersas em água, removendo-se as que flutuarem, pois estão chochas ou deterioradas. Após a remoção das primeiras sementes que flutuaram, é necessário revolver a massa de sementes para que as sementes chochas ou deterioradas que estejam no fundo do recipiente venham à superfície. Quando essa operação é repetida três ou quatro vezes, o descarte de sementes indesejáveis é 100%. Esse descarte é importante, pois a permanência de sementes deterioradas junto das demais, além dos riscos de contaminação por fungos, resulta em odor bastante desagradável com o passar do tempo.

As sementes selecionadas devem ser imersas em solução de hipoclorito de sódio a 0,2% durante dez minutos, podendo ser utilizada água sanitária comercial na proporção água sanitária: água potável (1:9). Imediatamente após a imersão na solução de hipoclorito de sódio, efetua-se rápida lavagem em água corrente. As sementes assim preparadas estão aptas para serem semeadas ou estratificadas em substrato umedecido com água.

A estratificação das sementes em substrato umedecido com água constitui-se um método indicado para mantê-las com elevado teor de água, evitando, portanto, comprometimento na capacidade de germinação. Um bom substrato, por ser poroso e permitir boa retenção de água, além de apresentar baixo custo, é a mistura de areia: pó de serragem (1:1). É importante que o substrato seja previamente esterilizado em água fervente por, no mínimo, uma hora. Substratos comerciais, como a vermiculita e a fibra de coco, quando misturados com areia na mesma proporção volumétrica também se prestam para essa finalidade, porém com custo bem mais elevado.

É importante que, por ocasião da estratificação, o substrato seja umedecido com quantidade adequada de água. Um procedimento prático para identificar o ponto ideal de umedecimento consiste em comprimir fortemente com uma das mãos uma porção do substrato. Quando a palma da mão ficar umedecida sem que haja escorrimento de água, o substrato está com teor de água adequado para a estratificação das sementes.

Para pequenas quantidades de sementes, a estratificação pode ser efetuada em sacos de plástico, caixas de isopor, baldes ou outros recipientes com tampa e que não permitam a perda de vapor d'água. Quando a quantidade de sementes for grande,

caixas d'água de polietileno com capacidade para 1.000 L, ou, no máximo, 2.000 L também podem ser usadas. Convém salientar que, na estratificação, é importante obedecer a proporção volumétrica substrato:sementes (2:1). Assim sendo, uma caixa d'água com capacidade para 1.000 L comporta aproximadamente 330 L de castanha, que corresponde a aproximadamente 170 kg de castanhas, ou 20 mil castanhas. Recomenda-se que mensalmente os recipientes sejam examinados para verificar se houve perda de água, particularmente no caso da estratificação em caixas d'água, pois, por não apresentarem tampa com boa vedação, pode ocorrer perda de água por evaporação. Nesse caso, há necessidade de repor água para manter o substrato devidamente umedecido.

Quando as sementes são estratificadas, o processo de germinação tem continuidade, e o prolongamento por muito tempo proporciona a germinação dentro dos recipientes, o que não é conveniente, pois as plântulas estarão estioladas e com raiz primária e parte aérea retorcida. Assim sendo, é recomendável estratificá-las por, no máximo, cinco meses.

Características das sementes

As sementes da castanheira-da-amazônia apresentam comportamento recalcitrante no armazenamento, ou seja, são sensíveis ao dessecamento e a baixas temperaturas. Não está devidamente elucidado o nível mínimo de teor de água que suportam sem que haja comprometimento da viabilidade, embora Figueiredo et al. (1990) considerem que 14,0% seja o limite mínimo para manter as sementes viáveis. A determinação desse nível é difícil, em decorrência da grande variação no teor de água, que se manifesta até entre sementes oriundas de um mesmo fruto. Por ocasião da dispersão do fruto, o teor de água das sementes é em média de 28,7%, sendo que o tegumento apresenta valor de 34,5% e a amêndoa, de 23,1% (Carvalho et al., 1999). Esse elevado teor de água deve ser mantido ao longo do tempo para garantir a viabilidade das sementes, pois, em sementes com comportamento recalcitrante no armazenamento após a maturação, desencadeia-se imediatamente o processo de germinação.

A germinação das sementes de castanheira-da-amazônia é regulada por dois mecanismos de dormência, resultando em processo germinativo bastante lento e com pronunciada desuniformidade. O primeiro mecanismo de dormência é decorrente da resistência imposta pela testa, estrutura popularmente denominada de casca, ao crescimento do embrião. No entanto, a casca, apesar de apresentar

consistência dura e ser relativamente espessa, é permeável à água e ao oxigênio (Nascimento et al., 2010). O segundo mecanismo está associado ao fato de que o embrião não se encontra diferenciado por ocasião da maturação das sementes, exigindo, portanto, período adicional para completar seu desenvolvimento, o que requer elevado teor de água nas sementes (Camargo, 1997).

Quando as sementes oriundas de frutos coletados dois a três meses após a queda dos frutos são semeadas com casca, o início da germinação somente ocorre entre 150 e 180 dias e prolonga-se por até 500 dias. Um ano após a semeadura, a porcentagem de germinação é de 30% no máximo. Por outro lado, quando a casca é removida, as primeiras sementes germinam entre 20 e 30 dias, e, cinco meses após a semeadura, a porcentagem de sementes germinadas é próxima de 80% (Nascimento et al., 2010).

Sementes estratificadas germinam mais rápido, tanto quando semeadas com casca como quando descascadas, pois, estando estratificadas, o processo de germinação tem continuidade. O mesmo ocorre quando as sementes são mantidas no interior dos frutos sob a copa das árvores. Nesse caso, o elevado status de água das sementes é garantido pelas chuvas diárias que ocorrem no período de produção de frutos. Quando os frutos são coletados se mantendo as sementes em seu interior, é necessária a aspersão de água de dois em dois dias para evitar que as sementes percam água. Estudos que estão sendo desenvolvidos na Embrapa Amazônia Oriental têm demonstrado que sementes semeadas logo após a queda dos frutos demoram um pouco mais para germinar quando comparadas com sementes estratificadas ou mantidas úmidas dentro dos frutos por dois a três meses. Quase sempre, mesmo quando descascadas, requerem mais de 50 dias para que a primeira semente germine. Nesses estudos, também tem sido observado que, seis meses após a semeadura, a porcentagem de germinação dessas sementes, não ultrapassa 30%.

Os procedimentos técnicos para acelerar a germinação envolvem basicamente a remoção total da casca antes da semeadura. A escarificação das sementes, seja por métodos mecânicos ou químicos, não propicia resultados satisfatórios em termos de aumentar a porcentagem e a velocidade de germinação (Pereira et al., 1980; Frazão et al., 1984).

A remoção da casca pode ser efetuada utilizando-se uma prensa, para provocar rachaduras ou remover pequena porção da casca, e um alicate especialmente desenvolvido para esta finalidade (Figuras 3 e 4). Alternativamente, a casca pode

ser removida com o auxílio de um canivete ou uma faca com lâminas bem afiadas, de modo que as arestas das sementes sejam raspadas até que se visualize a amêndoa. Ao atingir esse ponto, com a lâmina do canivete ou da faca, efetua-se, então, a remoção da casca. Ambos os métodos, dependendo da habilidade do operário, proporcionam bons resultados, embora demandem bastante mão de obra. Operários bem treinados descascam aproximadamente 400 castanhas em uma jornada de trabalho de oito horas, embora, em casos excepcionais, cheguem a descascar até 800 castanhas.

Rendimentos elevados no descascamento estão associados não somente à habilidade e agilidade do operário, como também à facilidade que algumas sementes oferecem no processo de descascamento. Por exemplo, castanhas com três arestas são mais fáceis de descascar que as de quatro arestas. O mesmo ocorre com as castanhas grandes quando comparadas com as médias e as pequenas. Além disso, merece também ser destacado que castanhas estratificadas por no mínimo quatro meses são mais fáceis de serem descascadas.

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Figura 3. Prensa utilizada no processo de descascamento de sementes de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.).



Foto: José Edmar Urano de Carvalho

Figura 4. Alicates desenvolvidos na Embrapa Amazônia Oriental para o descascamento de sementes de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.).

Na Embrapa Amazônia Oriental, o método de descascamento utilizado envolve a prensagem e o descascamento com alicate. Neste método, diversas etapas e procedimentos devem ser obedecidos para obter-se sucesso no descascamento. Inicialmente, mesmo para sementes que estejam estratificadas, efetua-se a imersão em água por período mínimo de 24 horas. Após a imersão, é feita a compressão da semente na prensa para provocar rachaduras ou mesmo o desprendimento de parte da casca. Para tanto, a semente é colocada na face inferior da prensa, no sentido longitudinal, e ligeiramente inclinada para frente. É importante que os pontos de contato da semente com as faces da prensa sejam duas arestas e que estes pontos estejam mais próximos da porção terminal da semente que da porção basal. A semente deve ser firmemente segurada com uma das mãos e com a outra puxa-se a alavanca (Figura 5). Normalmente, basta uma compressão para que ocorra a remoção de pequena porção da casca, o que permite que a ponta superior do alicate seja colocada entre a casca e a amêndoa. Após posicionar a castanha no alicate, o esforço para remoção da casca deve ser efetuado puxando-se cuidadosamente a castanha, e não o cabo do alicate (Figura 6). Caso a compressão provoque apenas pequena fratura na casca, que dificulte a inserção do alicate entre a casca e a amêndoa, uma nova compressão deve ser efetuada no polo oposto da semente.

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Figura 5. Posição da semente de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) entre as faces da prensa para se efetuar com eficiência a fratura ou a remoção de uma pequena porção da casca.

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Figura 6. Remoção do tegumento da semente de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) com alicate especialmente desenvolvido para essa finalidade.

As sementes descascadas devem ser mantidas imersas em água até o momento do tratamento químico, quando, então, são tratadas com fungicida e posteriormente semeadas. Convém ressaltar que não existem fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o tratamento químico de sementes de castanha-da-amazônia. Alguns produtos alternativos foram testados na Embrapa Amazônia Oriental, mas nenhum propiciou resultado semelhante ao do tratamento com fungicidas comerciais, embora a porcentagem de sementes germinadas tenha sido um pouco superior quando comparada com sementes não tratadas.

Semeadura e manejo dos porta-enxertos no viveiro

A semeadura deve ser efetuada em sementeiras contendo como substrato areia ou, preferencialmente, a mistura de areia:pó de serragem (1:1). A segunda opção de substrato, por ser mais poroso e friável, facilita sobremaneira a retirada das plântulas na operação de transplante para os recipientes em que as mudas serão produzidas. O substrato deve ser previamente esterilizado em água fervente durante uma hora ou pelo menos saturado com água fervente, um a dois dias antes da semeadura.

Na semeadura, um aspecto que deve ser considerado é a posição em que a semente é semeada, ou seja, com a porção basal, que corresponde à extremidade mais afilada, voltada para baixo (polo radicular), e a porção apical, que corresponde ao polo caulinar e é arredondada, voltada para cima (Figura 7). Na semente de castanha, a posição de semeadura é particularmente importante em decorrência do fato de que, a partir do momento em que as reservas alimentares se exaurem, a amêndoa apresenta crescimento secundário, tornando-se parte integrante da base da planta (Figura 8). Assim sendo, sementes semeadas em posição incorreta apresentam plântulas com conformação anormal, pois a raiz primária, por apresentar geotropismo positivo, faz uma volta para baixo e o caulículo, cujo geotropismo é negativo, volta-se para cima (Figura 9). Quando isso ocorre, pode-se cortar a parte aérea e a raiz primária, semeando-se novamente a semente na posição correta. Decorridos 45 dias da nova semeadura, ocorre a regeneração da raiz primária e da parte aérea.

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Figura 7. Amêndoas de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) com diferentes conformações, na posição correta de semeadura, ou seja, com a porção basal voltada para baixo e a porção apical, para cima.

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Figura 8. Detalhe da amêndoa em muda de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) oito meses após a germinação.

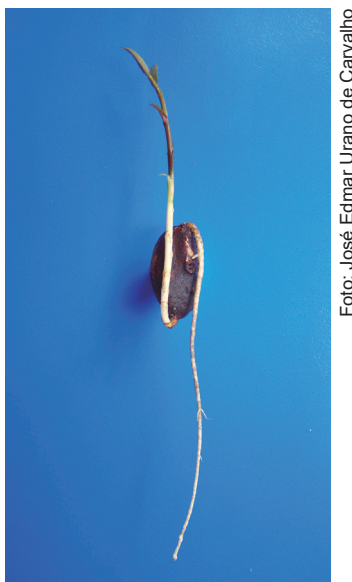


Figura 9. Plântula anormal de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) resultante de sementeira da amêndoa em posição incorreta.

Em sementes com casca, a identificação da posição correta de sementeira é fácil, uma vez que a cicatriz do hilo é um indicador preciso da posição basal, ou seja, do polo radicular (Figura 10). Além disso, na quase totalidade das sementes, a porção basal é mais larga. Porém, quando se faz a remoção da casca, é necessário ter bastante familiaridade com algumas características das amêndoas para identificar a correta posição de sementeira. Um bom indicativo é que a base da amêndoa, ou seja, o ponto em que ocorre a emergência da raiz primária, é ligeiramente afilada, enquanto a parte apical é arredondada. Outra característica que ajuda bastante na identificação dos polos radicular e caulinar é a curvatura na lateral na face convexa da amêndoa. A porção em que a curva é mais fechada é onde se situa o polo radicular. Além disso, o ponto de maior largura da amêndoa situa-se mais próximo da porção basal que da porção apical (Figura 11). Ao considerarem-se essas três características, a taxa de acerto é praticamente de 100%.

O ideal é que as sementeiras sejam suspensas, ou seja, tenham a configuração de uma mesa, em que na parte superior são afixadas tábuas com altura entre 17 e 25 cm, em todas as laterais, formando uma caixa, a qual se constituirá no leito de sementeira. A largura dessa caixa deve ser de no máximo 1,20 m, para facilitar as

Foto: Ronaldo Rosa



Figura 10. Cicatriz do hilo na semente de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.).

Foto: José Edmar Urano de Carvalho

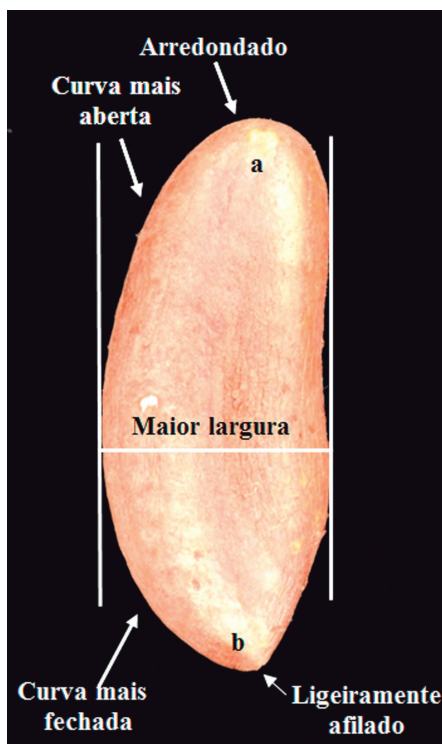


Figura 11. Características morfológicas que ajudam na identificação do polo caulinar (a) e do polo radicular (b) em amêndoas de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.).

operações de semeadura, transplante e irrigação, e o comprimento compatível com o número de sementes que se deseja semear, atentando-se para o fato de que, na semeadura, a distância mínima entre amêndoas vizinhas deve ser de 1 cm. Assim sendo, em uma área de 1 m², é possível semear entre 2.000 e 2.200 amêndoas.

As sementeiras devem ser cobertas com telhas para evitar a incidência de chuvas, pois o excesso de água no substrato favorece a deterioração das amêndoas. Também devem ser protegidas contra o ataque de predadores, principalmente roedores e formigas. A proteção contra roedores pode ser feita com telas de arame colocadas sobre o leito de semeadura ou com funis invertidos, confeccionados com lâminas de alumínio e colocados nas colunas de sustentação da sementeira, o que impede o acesso dos roedores às amêndoas. O envolvimento da base das colunas de sustentação com algodão encharcado em óleo queimado constitui-se em forma de impedir que as formigas tenham acesso ao leito da semeadura.

Transplântio e manejo dos porta-enxertos no viveiro

O transplante das plântulas da sementeira para o recipiente em que o porta-enxerto será formado deve, preferencialmente, ser efetuado antes da abertura do primeiro par de folhas. Nesse estágio de desenvolvimento, é mais fácil remover a plântula da sementeira, pois a raiz primária ainda não apresenta raízes secundárias e possui tamanho compatível com a altura do saco de plástico para onde será transplantada. A realização do transplântio nesse estágio garante taxa de sobrevivência próxima a 100%.

No caso de plântulas que, no momento do transplântio, apresentem raiz primária com comprimento superior à altura do recipiente para onde será transplantada, há necessidade de poda da raiz primária. Para tanto, utiliza-se uma tesoura ou um canivete bem afiado para efetuar o seccionamento dessa raiz de tal forma que fique com comprimento compatível com a altura do recipiente. Essa prática não afeta o crescimento das mudas nem tem implicações para o desenvolvimento da raiz pivotante, pois a raiz primária regenera-se facilmente.

Eventualmente, algumas sementes, por ocasião do transplântio, apresentam-se desprovidas de raiz primária (Figura 12). Recomenda-se, nesses casos, que sejam devolvidas à sementeira, aguardando-se, então, que ocorra a emissão dessa estrutura, quando, então, serão transplantadas. Na quase totalidade de sementes com essa particularidade, a emissão da raiz primária requer período adicional de

30 a 45 dias na sementeira, ocasião em que a plântula já apresenta um ou dois pares de folhas completamente desenvolvidos. Convém ressaltar que a emergência do caule precedendo a emergência da raiz primária é mais comum em sementes semeadas sem casca e, mesmo assim, com frequência baixa, geralmente inferior a 5%.



Figura 12. Emissão da parte aérea em semente descascada de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) precedendo a emergência da raiz primária.

Os recipientes em que os porta-enxertos serão produzidos devem conter como substrato a mistura de 60% de solo e 40% de cama de aviário, devidamente fermentada, ou 60% de solo, 20% de pó de serragem e 20% de esterco de galinha, também fermentado. Apesar dessa sugestão, outras fontes de matéria orgânica também podem ser utilizadas na produção dos porta-enxertos.

É importante adotar estratégias para que os porta-enxertos, no momento de sua utilização, estejam isentos de pragas e doenças limitantes à cultura da castanheira-da-amazônia, tais como: os besouros enroladores-de-folhas (*Hybolabus amazonicus* Voss e *H. columbinus* Erichson) e os fungos causadores da mancha parda das folhas da castanheira (*Cercospora bertolletiae* Albuquerque), da ferrugem das folhas da castanheira (*Phytophthora heveae* Thomp.) e da seca descendente,

também conhecida como podridão seca (*Lasiodiplodia* sp.).

Após o transplântio, os porta-enxertos são mantidos em viveiro com cobertura de tela preta que possibilite 50% de interceptação da radiação solar. Ao atingirem a idade de quatro meses, recomenda-se que sejam adubados quinzenalmente com adubos foliares com macro e micronutrientes. Os porta-enxertos respondem muito bem à adubação foliar com fertilizantes que contenham os seguintes nutrientes: 5% de N, 12% de P_2O_5 , 18% de K_2O , 2% de Ca, 2,5% de Mg, 5% de S, 1,5% de B, 0,5% de Cu, 0,1% de Fe, 0,5% de Mn, 0,2% de Mo e 4% de Zn. Essa formulação é encontrada no mercado e deve ser aplicada na concentração de 4 ml do produto comercial por litro de água.

Para porta-enxertos com idade entre seis e oito meses, o tamanho mínimo do saco de plástico deve ser de 17 cm de largura e 27 cm de altura, com espessura mínima de 100 μ . Considerando os procedimentos técnicos indicados anteriormente, os porta-enxertos com idade entre seis e oito meses após a germinação apresentam as seguintes características:

- a) Número mínimo de 16 folhas abertas;
- b) Diâmetro mínimo do coleto de 0,5 cm a 2 cm;
- c) Altura entre 25 e 50 cm,
- d) Sistema radicular bem desenvolvido, sem raízes enoveladas, quebradas ou retorcidas.

Porta-enxertos com idade entre 12 e 18 meses após a semeadura devem ser produzidos em sacos de plástico com dimensões mínimas de 18 cm de largura e 35 cm de altura ou em outros tipos de recipientes com dimensões semelhantes. A espessura do plástico tem de ser no mínimo de 200 μ , para evitar que se rasguem durante o enchimento ou no transporte para o campo. As seguintes características são desejáveis em porta-enxertos com idade entre 12 e 18 meses:

- a) Número mínimo de 24 folhas abertas;
- b) Diâmetro mínimo do coleto de 1,5 cm a 2 cm;
- c) Altura mínima de 70 cm;
- d) Sistema radicular bem desenvolvido, sem raízes enoveladas, quebradas ou retorcidas.

Métodos de propagação assexuada

A propagação assexuada da castanheira é efetuada basicamente por enxertia, pois não há protocolos para a propagação por estaquia de ramos, alporquia e por cultura de tecidos. A enxertia pode ser efetuada pelos métodos de borbulhia em placa e por garfagem no topo em fenda cheia (Nascimento et al., 2010; Carvalho; Nascimento, 2016).

Enxertia pelo método de borbulhia em placa

O método de borbulhia em placa é o mais utilizado na propagação assexuada da castanheira. No entanto, é um pouco diferente do tradicionalmente utilizado em outras espécies, pois a enxertia é efetuada diretamente no campo, após o plantio dos porta-enxertos. Esse procedimento é necessário porque as gemas da castanheira são largas, exigindo que o caule do porta-enxerto apresente diâmetro em torno de 1,5 cm no ponto em que a janela será aberta para a inserção do enxerto. Normalmente, esse diâmetro é atingido entre um ano e um ano e meio após o plantio dos porta-enxertos no campo, ocasião em que estão com altura entre 1,0 m e 1,5 m, facilitando sobremaneira a operação de enxertia, pois o enxertador não precisa abaixar-se para sua execução. Como é efetuada a uma distância considerável do solo, os riscos de contaminação dos enxertos por microrganismos transportados por respingos de chuva são praticamente inexistentes. A contaminação por microrganismos, em particular por *Phytophthora heveae* Thompson, foi muito comum no passado, quando se fazia a enxertia, oito meses após o plantio dos porta-enxertos, à altura de 20 a 25 cm do colo da planta (Albuquerque et al., 1972).

A primeira etapa do método de enxertia de borbulhia em placa consiste no plantio dos porta-enxertos no campo, que deve ser efetutado no início da estação de chuvas, quando não ocorre irrigação; em áreas com irrigação suplementar, pode ser efetuada em qualquer época do ano. Em cultivos solteiros, devem ser plantados no espaçamento de 10 m x 10 m, em covas com dimensões mínimas de 40 cm x 40 cm x 40 cm. Já no caso de sistemas agroflorestais, para que não haja excesso de sombra para as demais culturas associadas quando as castanheiras atingirem mais de 15 anos de idade, o espaçamento adotado tem que ser, no mínimo, de 25 m x 25 m. Conquanto não existam informações consistentes no que concerne à adubação das covas, sugere-se, para solos de baixa fertilidade natural da Amazônia, que sejam adubadas com 5 L de esterco de galinha ou 10 L de cama de aviário e 300 g de superfosfato simples. Outras fontes de matéria orgânica também podem ser

usadas em substituição ao esterco de galinha e à cama de aviário, como a torta de mamona (2 kg por cova) e o esterco bovino (8 L por cova). Convém ressaltar que o esterco deve estar devidamente fermentado e que a torta de mamona deve ser incorporada à cova pelo menos 30 dias antes do plantio.

Durante a remoção do recipiente em que o porta-enxerto foi produzido e de sua colocação na cova, é preciso bastante cuidado para que não haja quebra do torrão, pois, caso isso ocorra, é grande a probabilidade de a planta não sobreviver. As mudas, principalmente aquelas com idade entre seis e oito meses, quando plantadas no campo, devem ser protegidas com barreira física para evitar o ataque de roedores, especialmente cutias, pois com essas idades as amêndoas ainda apresentam reservas alimentares, atraindo esses predadores. Para essa finalidade, podem ser utilizadas embalagens de refrigerante (popularmente conhecidas como garrafas PET) com capacidade mínima para 2 L, pois são eficientes, fáceis de serem colocadas, com custo insignificante e garantem 100% de proteção. Esses recipientes devem ser cortados transversalmente na parte superior e inferior, para obter um tubo com comprimento entre 20 cm e 22 cm (Figura 13).



Foto: José Edmar Urano de Carvalho

Figura 13. Porta-enxerto de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) recém-plantado e protegido com barreira física para evitar o ataque de roedores.

Um ano após o plantio, entre 40% a 50% dos porta-enxertos estão aptos para receberem o enxerto, pois já apresentam altura entre 1 m a 1,5 m e diâmetro no ponto de enxertia de, no mínimo, 1,5 cm.

A segunda etapa consiste na aquisição e no transporte das hastes porta-borbulhas. A quantidade adquirida deve ser 30% superior ao número de plantas que se pretende enxertar. Convém ressaltar que cada 100 cm de haste contém, em média, 40 gemas, dispostas alternadamente em duas fileiras opostas. Quando as gemas forem utilizadas no mesmo dia em que as hastes porta-borbulhas são destacadas das plantas matrizes, para mantê-las túrgidas, é suficiente enrolar as hastes em papel jornal umedecido com água e mantê-las à sombra. Caso não sejam utilizadas no mesmo dia, há necessidade de embalá-las para assegurar que as gemas se mantenham em condições adequadas para a enxertia. Para tanto, as hastes porta-borbulhas com comprimento entre 50 cm e 100 cm devem ser organizadas em feixes contendo, no máximo, dez unidades, os quais serão enrolados em papel-jornal umedecido com água e acondicionados em caixas de poliestireno expandido (isopor). Para evitar a perda de água, cada haste porta-borbulhas deve ser protegida, na base e no ápice, com parafina. Alternativamente, pode-se envolver essas porções, em extensão de 2 cm, com filme de PVC. Esse procedimento mantém as borbulhas em boas condições por até seis dias. No Peru, há relatos de que as hastes porta-borbulhas, quando parafinadas, podem ser utilizadas por até 15 dias (Corvera-Gomringer et al., 2010).

As hastes porta-borbulhas são retiradas de ramos plagiotrópicos, ou seja, de ramos de crescimento horizontal. Esse tipo de ramo é indicado porque as gemas oriundas deles originam ramos de crescimento ortotrópico (vertical) em proporção de 66,6%, o dobro do verificado quando as gemas são oriundas de ramos com crescimento ortotrópico. Em outras palavras, para cada três gemas retiradas de um ramo com crescimento plagiotrópico, duas originarão ramos ortotrópicos e uma, ramo plagiotrópico. O inverso é verificado quando as gemas são retiradas de ramos ortotrópicos.

A retirada das placas contendo as borbulhas pode ser efetuada com lenho ou sem lenho. No primeiro caso, a placa é retirada com uma porção do lenho, o qual é posteriormente removido. A decisão de retirar as placas com ou sem lenho depende do enxertador, alguns acham mais fácil da primeira maneira e outros, da segunda. Ressalte-se que, em termos de porcentagem de enxertos pegos, não há diferenças ao fazer-se a retirada de uma forma ou de outra. Na Embrapa Amazônia Oriental, tem sido usada com maior frequência a retirada das placas sem lenho (Figura 14).



Foto: José Edmar Urano de Carvalho

Figura 14. Placa contendo gema de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), retirada sem o lenho.

O momento ideal para coleta das hastes porta-borbulhas nas plantas é quando a porção terminal do ramo está em fase de renovação foliar, que se identifica facilmente pela coloração arroxeada das folhas novas. Essa fase de lançamento de folhas, que precede a floração, coincide com o período de menor precipitação de chuvas, que na Amazônia Oriental Brasileira estende-se de julho a outubro. Em estágio um pouco mais avançado, ou seja, quando as folhas apresentam cor verde-clara, as hastes também estão com gemas em ponto adequado. Nessas duas situações, a casca é facilmente removida do lenho. Na linguagem do enxertador, diz-se que o ramo está “soltando casca”. Para identificar se o ramo está soltando casca, basta fazer, com o canivete de enxertia, uma incisão transversal no ramo e observar se há um pequeno estalo quando a lâmina do canivete atinge o lenho. A exsudação de seiva no local em que se fez a incisão é outro indicativo de que o ramo está soltando casca.

Para efetuar a enxertia, inicialmente é feita a abertura da janela, com uma incisão horizontal efetuada com o canivete no local em que será posicionada a porção superior da placa contendo a borbulha. Em seguida, são efetuadas duas

incisões verticais, uma do lado esquerdo e outra do lado direito. A distância entre as duas incisões verticais deve ser aproximadamente igual à largura da placa. Posteriormente, com a ponta do canivete, efetua-se a abertura da janela, puxando-se a casca para baixo; insere-se a placa contendo a gema; e corta-se a casca da janela aberta em sua porção inferior (Figuras 15A, B e C). Finalmente, envolve-se o enxerto com a fita de enxertia (Figuras 15D e E). Recomenda-se que a janela seja aberta no lado em que o Sol nasce, para evitar aquecimento excessivo.

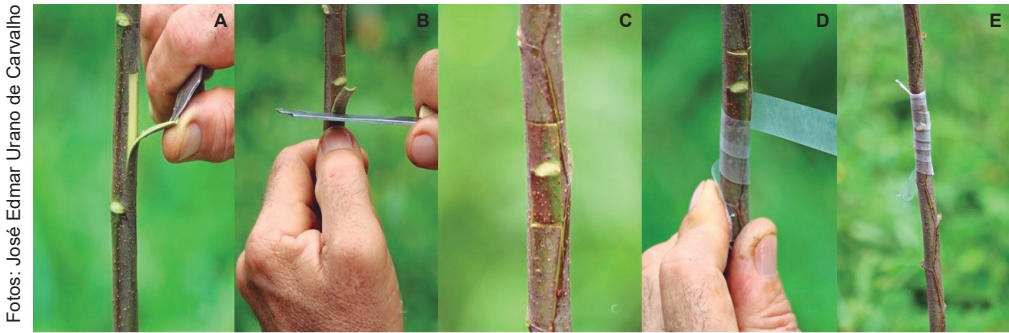


Figura 15. Etapas da enxertia em castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) pelo método de borbulhia em placa: abertura da janela (A), inserção da placa contendo a gema e corte da porção inferior da casca na janela aberta (B), gema inserida (C) e amarração do enxerto com fita de plástico (D; E).

A verificação da sobrevivência do enxerto é feita entre 20 e 25 dias após a enxertia, momento em que se remove a fita de enxertia e se raspa levemente, com a ponta do canivete, uma pequena porção da placa enxertada. Caso esteja verde, é indicativo de que o enxerto está vivo. Entretanto, se estiver marrom, deve ser providenciado novo enxerto na planta, pois não se obteve sucesso na enxertia. Enxertadores experientes fazem essa verificação sem necessidade de efetuar a raspagem, considerando apenas o aspecto visual da placa, principalmente no que concerne à turgidez e à cicatrização nas porções inferior e superior do enxerto. O novo enxerto deve ser efetuado, preferencialmente, em local um pouco abaixo do enxerto morto.

Quando o enxerto está vivo, efetua-se imediatamente a remoção, em forma de anel, de pequena porção da casca do porta-enxerto, situada um pouco acima da parte superior da placa contendo a gema. É importante que nenhuma gema do porta-enxerto permaneça entre a porção inferior do anel de casca retirado e a parte superior da placa enxertada. A porção da casca removida deve ter largura mínima de 1 cm. Essa operação tem por finalidade induzir a brotação da gema (Figura 16).

Na quase totalidade das espécies propagadas pelo método de borbulhia em placa, normalmente se faz a decapitação do porta-enxerto com o intuito de induzir a brotação da gema. Na castanheira-da-amazônia, recomenda-se apenas a retirada de um anel de casca na porção acima do enxerto. Esse procedimento é indicado pelo fato de que o ramo originado da gema pode apresentar crescimento ortotrópico ou plagiotrópico, ou seja, ter crescimento vertical ou horizontal. Quando apresenta crescimento horizontal, há necessidade de corrigir a direção de crescimento de tal forma que fique voltado para cima, o que é obtido tutorando-se o enxerto na porção do caule que foi anelada. Esse procedimento evita custos adicionais com a aquisição de tutores e de mão de obra para fincá-los no solo. A porção do porta-enxerto situada acima do local em que foi retirada a casca, com o passar do tempo, perde as folhas e seca, podendo, então, ser retirada. Nessa ocasião, o ramo originado do enxerto já está com a conformação desejada.

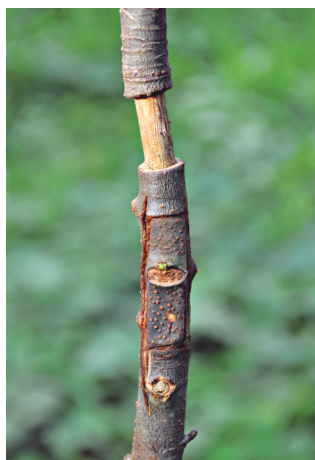


Foto: José Edmar Urano de Carvalho

Figura 16. Remoção da casca em porta-enxerto de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) para induzir a brotação do enxerto.

O início de brotação do enxerto, desde que a enxertia seja efetuada em época correta, inicia-se entre 10 e 15 dias após a retirada da fita de enxertia (Figura 17A). Há casos em que podem demorar mais de 3 e 6 meses para a brotação. Isso ocorre, com frequência, quando a enxertia é efetuada no período de novembro a janeiro, ocasião em que alguns ramos soltam casca, porém as gemas estão em fase de dormência. Decorridos de 15 a 25 dias do início da brotação do enxerto, já é possível verificar se a brotação apresenta crescimento ortotrópico ou plagiotrópico (Figuras 17B e C).

Fotos: José Edmar Urano de Carvalho

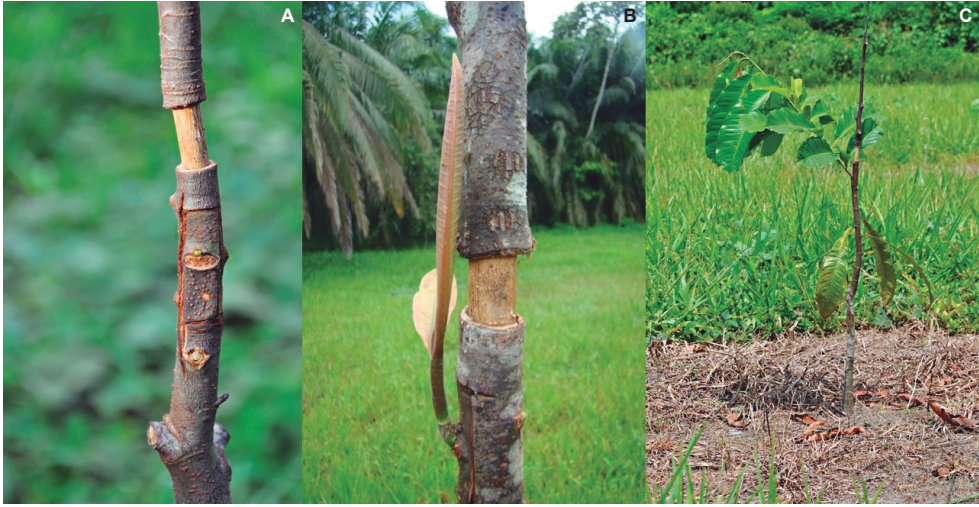


Figura 17. Início da brotação da gema no enxerto (A) e enxertos brotados de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), com crescimento ortotrópico (B) e plagiotrópico (C).

Quando os enxertos com crescimento plagiotrópico atingem de 20 cm a 25 cm de comprimento, há necessidade de tutorá-los, direcionando o ramo para cima de tal forma que fique em posição vertical, amarrando-o na porção do porta-enxerto acima do ponto de anelamento (Figura 18).

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Figura 18. Ramo de crescimento plagiotrópico de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) oriundo do enxerto tutorado no próprio porta-enxerto.

O sucesso na enxertia pelo método de borbulhia em placa é determinado por diversos fatores. Para obter porcentagens de enxertos pegos igual ou superior a 80%, os seguintes aspectos devem ser considerados:

- a) Efetuar a enxertia, na época correta, com borbulhas de boa qualidade;
- b) O porta-enxerto deve estar vigoroso e em fase de lançamento de folhas;
- c) O diâmetro do porta-enxerto deve ser compatível com a placa contendo a gema;
- d) O enxertador deve ter bastante habilidade e ser ágil nas operações de abertura da janela, retirada da placa contendo a borbulha e inserção desta no porta-enxerto.

Além disso, é de fundamental importância a desinfecção periódica do canivete e dos demais instrumentos cortantes utilizados na operação de enxertia com álcool 70%, para evitar a transmissão de doenças, principalmente de *Lasiodiplodia* sp. (Figura 19), que não só ocasiona a morte do enxerto, como pode também comprometer a sobrevivência do porta-enxerto. A desinfecção do canivete pode ser efetuada com álcool 70% ou por meio de flambagem, com a chama de um isqueiro.



Foto. José Edimar Urano de Carvalho

Figura 19. Enxerto de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) infectado por *Lasiodiplodia* sp.

Enxertia pelo método de garfagem no topo em fenda cheia

Esse método de enxertia pode ser utilizado tanto em porta-enxertos previamente estabelecidos no campo como em porta-enxertos ainda em fase de viveiro. No primeiro caso, os procedimentos de produção do porta-enxerto e de plantio são os mesmos indicados para a propagação pelo método de borbulhia em placa. Por outro lado, para a enxertia em porta-enxertos enviveirados, os recipientes para produção das mudas obrigatoriamente têm de apresentar dimensões mínimas de 18 cm de largura, 35 cm de altura e espessura de 200 μ . Tal recomendação é imperativa, haja vista que os porta-enxertos só estão aptos para serem enxertados entre 10 e 12 meses após a germinação das sementes, ocasião em que apresentam diâmetro compatível com o diâmetro do ramo a ser enxertado (Carvalho; Nascimento, 2016). Recipientes com essas dimensões permitem, ainda, que os porta-enxertos sejam mantidos em viveiro por até 18 meses.

A enxertia de garfos no topo deve ser efetuada em distância igual ou superior a 20 cm do colo da planta. É importante que os porta-enxertos estejam aptos para serem enxertados entre junho e agosto, pois, nesse período do ano, as castanheiras estão com folhas completamente maduras e é próximo do período de renovação foliar. Quando as ponteiras (garfos) são retiradas da árvore matriz nessa época, a brotação dos enxertos é rápida e uniforme e obtém-se boa porcentagem de enxertos pegos (Carvalho; Nascimento, 2016). Convém salientar que esse período do ano se constitui apenas em indicativo, pois o mais importante é a observação semanal das plantas para se detectar o momento ideal em que as ponteiras devem ser retiradas da planta-mãe.

Para a enxertia pelo método de garfagem no topo, os garfos devem ser retirados de ramos ortotrópicos, para assegurar crescimento vertical do enxerto. Preferencialmente, devem ser utilizados garfos que, no ponto em que serão inseridos no porta-enxerto, apresentem diâmetro entre 0,8 cm e 1,0 cm. Garfos com diâmetros menores implicam baixa porcentagem de enxertos pegos e garfos com diâmetros maiores são, na quase totalidade, incompatíveis com o diâmetro de porta-enxertos com idades entre 10 e 18 meses.

Após serem retirados da planta-mãe, os garfos são submetidos à toailete, ou seja, efetua-se a remoção de todas as folhas, com exceção das duas folhas terminais, que são seccionadas transversalmente, deixando-se apenas cerca de 4 cm a 5 cm

do limbo foliar. A remoção das folhas deve ser efetuada com canivete bem afiado ou com tesoura. Nunca se deve puxar as folhas com as mãos, pois pode ocorrer que parte da casca do garfo seja rasgada, o que favorece a infecção por fungos saprófitas. Normalmente, os garfos são enxertados com comprimento entre 15 cm e 20 cm, mas devem ser destacados da planta-mãe com comprimento um pouco maior, ou seja, 25 cm a 35 cm. Essa recomendação é importante, pois há rápida perda de água na porção do garfo que foi cortada e, como muitas vezes caem no solo, também pode haver contaminação por microrganismos.

A decapitação do porta-enxerto deve ser feita no ponto em que a largura deste seja aproximadamente igual à largura do enxerto, evitando-se, no entanto, que esse ponto esteja em distância inferior a 20 cm do colo da planta, para evitar contaminações por fungos patogênicos, resultantes de respingos. Imediatamente após a decapitação do enxerto, abre-se, com um canivete bem afiado, uma fenda com comprimento de 3 cm a 4 cm, onde será inserido o enxerto, o qual deverá apresentar em sua porção basal corte em bisel duplo, com comprimento aproximadamente igual ao da fenda aberta no porta-enxerto (Figuras 20A e B). Finalmente, insere-se o enxerto no porta-enxerto, efetua-se a amarração e protege-se o enxerto com câmara úmida, constituída por um saco de plástico transparente umedecido internamente com água (Figuras 20C, D e E). A câmara úmida será removida somente após a brotação do enxerto, que ocorre entre 20 e 30 dias após a enxertia.

As mudas enxertadas por esse método estão aptas para serem plantadas no local definitivo entre 2 e 3 meses após a brotação do enxerto. Nessa ocasião, devem apresentar, no mínimo, dois pares de folhas completamente maduras.

No caso da enxertia de porta-enxertos previamente estabelecido no campo, os procedimentos são os mesmos adotados para a produção de mudas em viveiro, com exceção de que a câmara úmida deve ser recoberta com papel jornal, para evitar aquecimento excessivo do enxerto pelos raios solares.

É importante ressaltar, a exemplo do recomendado no método de enxertia de borbulhia em placa, a necessidade de desinfecção periódica, com álcool 70% ou por meio de flambagem, dos canivetes e das tesouras utilizados na operação de enxertia.



Figura 20. Etapas da enxertia da castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) pelo método de garfagem no topo em fenda cheia: decapitação do porta-enxerto (A), abertura de fenda longitudinal no porta-enxerto (B), inserção do enxerto (C), amarrido do enxerto (D) e proteção do enxerto com câmara úmida (E).

Considerações finais

Os atuais sistemas de produção de mudas de castanha-da-amazônia são relativamente satisfatórios e têm propiciado o plantio dessa espécie ao longo dos tempos. Obviamente, precisam ser aperfeiçoados cada vez mais, principalmente no que concerne aos problemas de germinação lenta e desuniforme das sementes.

A propagação por estacas de ramos ou de raízes constitui-se em linha de pesquisa pouco explorada até os dias atuais, sendo de grande importância o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a produção de mudas por esse método de propagação. Plantas propagadas por estacas contornam o problema da variação intraclonal, decorrentes de possíveis interações entre enxerto e porta-enxerto.

Um aspecto que merece consideração é a limitada implantação de pomares com plantas enxertadas, fato decorrente das dificuldades de coleta de material propagativo (gemas e ponteiros), que exige mão de obra especializada para escalar as árvores, pois, invariavelmente, apresentam altura muito elevada. Além disso, há de considerar-se a carência de enxertadores devidamente treinados para a enxertia da castanha. Também merece ser evidenciado que, até 2016, os custos com a implantação de pomares com plantas enxertadas eram bastante

elevados, haja vista que, até então, a enxertia era efetuada somente pelo método de borbúlia em placa, em porta-enxertos previamente estabelecidos no campo, exigindo, portanto, o deslocamento do enxertador até o local em que os porta-enxertos estavam implantados. Diante desses fatores limitantes, nenhum viveirista do Brasil nem dos demais países produtores de castanha-da-amazônia produzem, em larga escala, mudas enxertadas de castanheira-da-amazônia.

Os pomares de castanheira até então implantados não têm apresentado sustentabilidade econômica em decorrência da baixa produtividade de frutos. Esses pomares foram implantados, predominantemente, com mudas oriundas de sementes sem nenhum critério de seleção. Nos poucos castanhais de cultivo implantados com mudas enxertadas, com raríssimas exceções, não se considerou a diversidade de clones no pomar, que é de grande importância para se obter boa taxa de conversão de flores em frutos, pois a espécie é predominantemente autoincompatível.

Finalmente, é bom salientar que a propagação assexuada da castanheira-da-amazônia somente se tornará importante para o sistema de produção dessa espécie quando se dispuser de variedades clonais que aliem atributos de alta produtividade de frutos com elevada compatibilidade genética entre si. A Embrapa iniciou em 2014 um programa de melhoramento genético da castanheira visando à produção de frutos, tendo sido implantados cinco jardins clonais, os quais possuem atualmente cerca de 60 matrizes clonadas e em fase de avaliação.

Referências

- ALBUQUERQUE, F. C. de; DUARTE, M. de L. R.; MANÇO, G. R.; SILVA, H. M. e. **Morte de enxertos de castanheira-do-pará**. Belém, PA: Ipean, 1972. 7 p. (IPEAN. Comunicado, 35).
- BORDALES-LOZANO, R. M.; AUCA, E. C.; DIONÍSIO, L. F. S. Rooting of juvenile cuttings of Brazil nut trees using indolbutyric acid in sub-irrigation chamber. **Revista Agroambiente**, v. 13, p. 222-231, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v13i0.5691>.
- CAMARGO, I. P. de. **Estudos sobre a propagação da castanheira-do-brasil** (*Bertholletia excelsa* Hum. & Bonpl.). 1997. 127 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CARVALHO, J. E. U. de; LEÃO, N. V. M.; MÜLLER, C. H. Variação no grau de umidade em sementes individuais de castanha-do-brasil. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1., 1999, Belém, PA. **Resumos Expandidos...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. p. 253-256. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/394999>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do. **Enxertia da castanheira-do-brasil pelo método de garfagem no topo em fenda cheia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 283). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1049139>. Acesso em: 20 ago. 2021.

CORDEIRO, I. M. C. C.; LAMEIRA, O. A.; OLIVEIRA, F. de A.; WENDLING, I. Enraizamento de estacas juvenis de *Bertholletia excelsa* com diferentes concentrações de ácido indol-butírico. **Agrociência**, v. 50, n. 2, p. 227-238, feb./marzo. 2016.

CORVERA-GOMRINGER, R.; TORRES, D. del C.; PALOMINO, W. S. **La castaña amazónica (*Bertholletia excelsa*)**: manual de cultivo. Puerto Maldonado: IAP, 2010. 71 p.

CUSI-AUCA, E.; DIONÍSIO, L. F. S.; BARDALES-LOZANO, R. M.; SCHWARTZ, G. Propagation of brazil nut (Humb. y Bonpl.) seedlings using seeds in mini-greenhouses. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 12, n. 4, p. 300-313, out./dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v12i4.5222>.

FIGUEIREDO, F. J. C.; CARVALHO, J. E. U. de; FRAZÃO, D. A. C. **Nível crítico de umidade de sementes e seus efeitos sobre a emergência de plântulas de castanha-do-brasil**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1990. 17 p. (Embrapa-CPATU. Boletim de pesquisa, 113). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/379300>. Acesso em: 21 jul. 2021.

FRAZÃO, D. A. C.; MÜLLER, C. H.; FIGUEIREDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A.; PEREIRA, L. A. F. Escarificação química na emergência de sementes de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 6, n. 1, p. 83-90, 1984.

MORAIS, R. P.; GARCIA, L. C.; LIMA, R. M. B. de. Propagação vegetativa de *Bertholletia excelsa*, H.B.K. por estaquia. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 4., 2008, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008. p. 122-131.

MÜLLER, C. H. **Quebra da dormência da semente e enxertia em castanha-do-brasil**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1982. (Embrapa-CPATU. Documentos, 16). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/381176>. Acesso em: 21 jul. 2021.

NASCIMENTO, W. M. O. do; CARVALHO, J. E. U. de.; MÜLLER, C. H. **Castanha-do-brasil**. Jaboticabal: Funep, 2010. 41 p. (FUNEP. Série frutas nativas, 8).

PEREIRA, L. A. F.; MULLER, C. H.; MULLER, A. A.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; FRAZÃO, D. A. C. **Escarificação mecânica e embebição na germinação de sementes de castanha-do-brasil**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1980. 13 p. (Embrapa-CPATU. Boletim de pesquisa, 10). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/376820>. Acesso em: 21 jul. 2021.

PETRECHEN, G. P.; ARDUIN, M.; AMBRÓSIO, J. D. Morphological characterization of brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) fruit pericarp. **Journal of Renewable Materials**, n. 7, n. 7, p. 683-692, July 2019. DOI: <https://doi.org/10.32604/jrm.2019.04588>.

SILVA, M. F. da; ROSA, N. de A. Estudos botânicos na área do Projeto Carajás, Serra Norte, Pará. II. Regeneração de castanheiras em mata primária na Bacia do Itacaiúnas. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1986. Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1986. v. 2, p. 167-170.

SOARES, T. C. **Análise da qualidade fisiológica e microbiológica de sementes de *Bertholletia excelsa* Bonpl. provenientes da Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri**. Relatório Final (2018-2019). Marabá: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, 2019. 34 p.

TSOU, C.; MORI, S. A. Seed coat anatomy and its relationship to seed dispersal in subfamily Lecythidoideae of the Lecythidaceae (The Brazil Nut Family). **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 43, n. 1, p. 37-56, jan. 2002. Disponível em: <https://ejournal.sinica.edu.tw/bbas/toc/issue-2002-1.html>. Acesso em: 21 jul. 2021.