

Bertholletia excelsa

Castanha-do-brasil

WALNICE MARIA OLIVEIRA DO NASCIMENTO¹, JOSÉ EDMAR URANO DE CARVALHO¹

FAMÍLIA: Lecythidaceae.

ESPÉCIE: *Bertholletia excelsa* Bonpl.

A espécie pertence à família Lecythidaceae, que engloba cerca de 300 espécies, distribuídas em 25 gêneros. A família é constituída por plantas lenhosas, originárias da América do Sul, Madagascar, sudeste da Ásia e África Ocidental, com maior diversidade na região neotropical. A quase totalidade das lecitidáceas são árvores ou arbustos, com reduzido número de lianas (Prance; Mori, 1979). No Brasil a família está representada por dez gêneros e, aproximadamente, 150 espécies, predominantemente encontradas na região Norte (Barroso et al., 2002).

SINONÍMIA: *Barthollesia excelsa* Silva Manso; *Bertholletia nobilis* Miers (Flora do Brasil, 2018). O nome *Bertholletia* é homenagem ao médico, químico e fisiologista francês Claude Louis Berthollet (Barroso et al., 2002), enquanto o epíteto específico, *excelsa*, significa alta, elevada, em alusão ao porte da planta, que comumente ultrapassa a marca de 35m de altura, em áreas de vegetação primária.

O gênero *Bertholletia* é monotipo, tendo como único representante a espécie *B. excelsa*. O botânico inglês John Miers, em 1874, descreveu uma espécie com o nome *de Bertholletia nobilis* Miers, que na verdade é a própria *B. excelsa*, anteriormente descrita por Humboldt e Bonpland. *Bertholletia excelsa* H.B. foi descrita, em 1807, pelos botânicos Friedrich Wilhelm Karl Heinrich Alexander von Humboldt e Aimee Jacques Alexandre Goujoud Bonpland.

NOMES POPULARES: Anhauba, castanha, castanha-do-brasil, castanha-do-maranhão, castanha-do-pará, castanheira, castanheira-do-brasil, castanheiro. Em inglês a espécie é conhecida como brazil nut. Em espanhol é chamada de almendra del beni, castaño de madre de dios e nuez del brasil. No comércio europeu os frutos desta espécie são chamados de noix du bresil, noce del brasilie e paranuss.

O primeiro nome com registro escrito foi anhauba (Lisboa, 1968), palavra de origem indígena que, segundo Pickel (2004), vem de nhá-iba, que significa "árvore da fruta". Alguns colonizadores portugueses, desprezaram os nomes indígenas pelo qual a espécie era conhecida e a denominaram de castanheiro, por acharem suas castanhas com sabor semelhante ao da castanha-portuguesa (*Castanea sativa* Mill.). Posteriormente, recebeu a denominação

¹ Eng. Agrônoma(o). Embrapa Amazônia Oriental

de castanha-do-maranhão e, em seguida, de castanha-do-pará. Este último nome é de uso bastante disseminado na Amazônia brasileira pelo fato do Pará, durante muito tempo ter sido o maior produtor e exportador de castanhas dessa espécie.

O nome castanha-do-brasil que, a partir do início da década de 1960 passou a ser de uso mais frequente, principalmente em trabalhos técnico-científicos e em documentos oficiais, deve-se ao fato de que no mercado internacional, principalmente no Reino Unido e na América do Norte, esse produto é conhecido como brazil nut, ou seja, castanha-do-brasil. Assim sendo, o Governo Brasileiro, por meio do Decreto nº 51.209, de 18 de agosto de 1961, estabeleceu o uso obrigatório do nome castanha-do-brasil, para efeito de comércio exterior. Essa denominação, no entanto, remonta ao século 18, pois o Padre João Daniel, quando discorreu sobre essa árvore em seu "Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas" se referiu a planta como castanheiro e denominou suas sementes de castanha-do-brasil (Daniel, 2004).

Na Bolívia, atual maior produtor mundial, é conhecida como almendra del beni e nuez del brasil, tendo, ainda, as seguintes designações indígenas: erai, iniá e tocarry. No Peru é mais conhecida como castaño de madre de dios, em alusão ao local em que ocorre mais abundantemente. Nos países europeus de língua espanhola, francesa, italiana e alemã é comumente grafada como nuez del brasil, noix du bresil, noce del brasilie e paranuss, respectivamente (Loureiro et al., 1979).

CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS: Árvore de porte elevado (Figura 1), com altura de 30 a 50m e tronco retilíneo, de 100 a 180cm de diâmetro, casca rígida, grossa e ramosa. Excepcionalmente a planta pode atingir 60m de altura (Müller et al., 1995; Lorenzi, 1992; Cavalcante, 2010). As folhas são simples, alternas, decíduas, com ápice acuminado, base arredondada a subcuneada, margens inteiras ou fracamente onduladas. O pecíolo é cilíndrico canaliculado, com 5 a 6cm de comprimento e o limbo oblongo com 25 a 35cm de comprimento

e 8 a 12cm de largura. As folhas são reticuladas e com nervuras levemente aveludadas na parte abaxial. São de coloração verde-escura quando completamente maduras e de coloração arroxeada quando imaturas. A mudança foliar da castanheira-do-brasil ocorre o ano inteiro. As folhas maduras persistem na planta durante quase todos os meses do ano, com decréscimo nos meses de agosto e setembro. As folhas novas aparecem entre os meses de junho a novembro, com maior incidência em setembro, quando todas as árvores apresentam fo-



FIGURA 1 - Aspecto de planta de *Bertholletia excelsa*. Fonte: Afonso Rabelo-COBIO/INPA

lhas novas. A inflorescência é axilar ou em panículas terminais de poucos racemos. As flores são hermafroditas zigomórficas, apresentando cálice inteiro e urceolado, na antese bi ou tripartido, com ápice dos lobos dentados; corola esbranquiçada ou levemente amarelada, com seis pétalas livres, imbricadas, andróforo com a parte superior contendo numerosos estaminoides; parte inferior do andróforo, a lígula; filete com dilatação no ápice, onde se insere a antera por meio de um conectivo filiforme, ovário ínfero tetralocular, lóculos geralmente com quatro a cinco óvulos. O androceu é dividido em três partes: anel estaminal, ou seja, o conjunto de estames que apresenta a forma ovalada, envolvendo o estilete e o estigma; a lígula: uma zona livre entre o anel estaminal e o chapéu, este é proveniente da extensão do eixo floral, uma estrutura em forma de elmo com prolongamento pontiagudo. Os estaminoides são unidos; ao fundo encontram-se as glândulas de néctar. O chapéu ou elmo se curva sobre o anel estaminal e o recobre totalmente. Além disso, as pétalas são fortemente aderidas ao androceu. As flores da castanheira se desenvolvem em inflorescência tipo panículas ou racimos nas extremidades dos ramos (Figura 2). O fruto é uma cápsula pixídica, denominado popularmente como "ouriço". Tem forma aproximadamente esférica ou levemente achatada e casca lenhosa e bastante dura. Apresenta o mesocarpo lenhoso, extremamente duro, constituídos de células pétreas (esclereídeos). Pode pesar de 500 a 1.500 gramas (Figura 3). Contém em seu interior em torno de 15 a 24 sementes angulosas, com quatro a sete centímetros de comprimento, testa (tegumento externo) córnea e rugosa (Almeida, 1963; Müller et al., 1995; Cavalcante, 2010). As sementes correspondem a 25% do peso total do fruto e as amêndoas em torno 12,5% do peso do fruto (Figura 4). Isto é, de um fruto com cerca de 1kg pode-se obter em média 125g de amêndoas frescas (Müller et al., 1995).

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA: Espécie nativa, porém, não endêmica do Brasil, sendo encontrada também na Bolívia, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname, Venezuela, Trindade e Tobago, bem como em áreas cultivadas fora de seu hábitat natural. No Brasil ocorre nas regiões Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima) e Centro-Oeste (Mato Grosso) (Mapa 1) (Flora do Brasil, 2018).

HÁBITAT: Apresenta ampla distribuição em florestas de terra firme e áreas antropizadas da Bacia Amazônica (Flora do Brasil, 2018), ocorrendo em agrupamentos de árvores de 50 a 100 indivíduos, espalhados pelas grandes florestas às margens dos Rios Amazonas, Negro, Orinoco, Araguaia e Tocantins (Prance; Mori, 1979).



MAPA 1 - Distribuição geográfica da espécie. Fonte: Flora do Brasil

USO ECONÔMICO ATUAL OU POTENCIAL: A castanha-do-brasil tem nos frutos, de alto valor alimentício, seu maior potencial econômico. As sementes contêm em seu interior a amêndoa (Figura 5A), que é consumida como alimento devido ao seu alto valor proteico. Podem ser consumidas in natura ou como ingrediente de uma grande variedade de receitas. A amêndoa é usada também em confeitaria e na fabricação de doces finos. Dela se extrai o "leite da castanha", usado na elaboração de diversas iguarias culinárias, além do óleo, que é

utilizado na fabricação de cosméticos. A torta, resíduo da extração do óleo, pode ser adicionada à farinha de trigo e usada na fabricação de pães, bolos, doces ou como ração animal (Müller et al., 1995), pois apresenta elevado teor de proteína (Kato et al., 2016).

A porção comestível da castanha-do-brasil é um alimento altamente energético, com valor calórico de 699kcal/100g (Franco, 2004), que é determinado pelo elevado teor de lipídios e secundariamente pelas proteínas e carboidratos (Tabela 1). A torta de castanha ainda contém cerca de 5% de óleo, além de glucose, frutose e sacarose, que representam, respectivamente, 0,2, 1,0 e 5,9%, de sua composição (Chunhieng et al., 2004).

TABELA 1 - Teores de água, lipídios, proteínas, carboidratos, fibras e minerais em amêndoas de *Bertholletia excelsa*

Componente	Fonte	
	IBGE (1981)	Chunhieng et al. (2004) ¹
Água (%)	5,9	-
Lipídios (%)	63,9	72,5
Proteínas (%)	14,0	19,7
Carboidratos totais (%)	13,0	5,8
Fibras (%)	3,4	3,8
Minerais (%)	3,2	2,0

¹Valores expressos em base seca. Fonte: Franco, 2004

FIGURA 2 - Inflorescência de *Bertholletia excelsa*



Fonte: Ronaldo Rosa

A fração proteica é de excelente qualidade, contendo os oito aminoácidos essenciais à dieta humana, quais sejam: fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina. A histidina, um aminoácido cuja essencialidade para adultos não está devidamente elucidada, mas que é essencial para recém-nascidos e para pacientes urêmicos, também é encontrada nesse alimento (Pecknik et al., 1950; Almeida, 1963; Chunhieng et al., 2004; Franco, 2004). Por apresentar proteínas de alta qualidade, em particular a excelsina, a castanha-do-brasil foi denominada pelo médico e fisiologista italiano Filippo Botazzi, no início do século 20, de “carne vegetal” (Pecknik et al., 1950).

O óleo da castanha é de coloração amarelo-claro (Figura 5B), com sabor agradável, tem características semisecativas e se rancifica facilmente. É de boa qualidade nutricional, com elevado teor de ácidos graxos insaturados, com maior participação relativa dos ácidos oleico e linoleico (Tabela 2). O teor de fitoesteróis é relativamente baixo, apenas 140mg/100g (Chunhieng et al., 2004), quando comparado a outros óleos vegetais, a exemplo de amendoim (*Arachis hypogaea* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.) milho (*Zea mays* L.), oliva (*Olea europaea* L.), que apresentam teores de 207, 865, 968 e 221mg/100g, respectivamente (Wainwright, 2000). Pode ser utilizado tanto como óleo de mesa quanto para cocção de alimentos. No entanto, seu principal uso atualmente é na indústria de cosméticos.

Em termos de minerais, a amêndoa é rica em potássio (519,9mg/100g), fósforo (577mg/100g) e magnésio (230mg/100g). Contém ainda em sua composição cálcio (198mg/100g), sódio (81,0mg/100g), cobre (0,66mg/100g) e ferro (3,4mg/100g) (IBGE, 1981). No entanto, a expressiva quantidade de selênio é que tem despertado o interesse pela amêndoa de castanha-do-brasil como alimento, havendo registros na literatura de valores entre 0,4 e 12,6mg/100g (Chunhieng et al., 2004; Pacheco; Scussel, 2007). Esse mineral é considerado um poderoso antioxidante, podendo agir na prevenção de algumas doenças. No entanto, a ingestão em doses muito acima do requerido pelo organismo humano, que se situa na faixa de 1 a 5µg de selênio/kg, pode exercer ação tóxica, ocasionando fadiga muscular, colapso nos vasos periféricos, congestão vascular interna, unhas fracas, queda de cabelo, dermatite, alteração no esmalte dos dentes e vômitos (Franco, 2004).

Quando comparada com produtos similares, a castanha-do-brasil apresenta em sua composição elevados teores de bário (176,4mg/100g), cobalto (0,19mg/100g) e céσιο (0,12mg/100g). Em castanhas de outras espécies, esses elementos estão presentes em concentrações que se situam entre 0,01 e 0,87mg/100g, 0,01 e 0,19mg/100g e 0,02 e 0,04 mg/100g, respectivamente (Furr et al., 1979).

TABELA 2 - Participação relativa de ácidos graxos no óleo de *Bertholletia excelsa*

Ácido graxo	Teor (%)
Ácido láurico (12:0)	0,2
Mirístico (14:0)	0,2
Palmitico (16:0)	13,0
Palmitoléico (16:1)	0,2
Esteárico (18:0)	11,0
Oléico (18:1)	39,3
Linoléico (18:2)	36,1

Fonte: Chunhieng et al. (2004)

As vitaminas estão representadas pelo retinol (7µg/g), tiamina (1.094µg/g), riboflavina (118µg/g), niacina (7,717µg/g) e ácido ascórbico (10,3µg/g). Na fração lipídica da castanha a vitamina a E, representada pelo α -tocoferol, β -tocoferol e γ -tocoferol, está presente, na proporção de 14,2mg/100g (Franco, 2004; Kornsteiner et al., 2006).

A castanha-do-brasil possui alto teor de óleo, com até 72% de ácidos tipo ômega) e grande concentração de proteínas (17%) e selênio. Porém, as amêndoas quando não acondicionadas adequadamente podem ser contaminadas por toxinas, provenientes do desenvolvimento de bolores, de forma semelhante ao que ocorre com o amendoim. Essas micotoxinas, denominadas de aflatoxinas, são metabólitos secundários produzidos por fungos que se estabelecem antes, durante ou após a coleta e o transporte dos frutos. São microrganismos essencialmente dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. A presença de micotoxinas na castanha pode provocar intoxicação grave ou crônica em humanos e, em casos mais graves, pode ser letal tanto para humanos quanto em animais.

As aflatoxinas são objeto de inspeções da vigilância sanitária internacional. Essa fiscalização tornou-se, a partir de 2003, um grande obstáculo para a exportação da castanha-do-brasil, principalmente para a União Europeia, uma vez que as normas sobre os níveis de aflatoxinas passaram a ser mais rigorosas (entre 2ppb para a aflatoxina B1 e 4ppb para as aflatoxinas totais). Essa legislação teve consequências econômicas significativas: em 2004, ano seguinte à intensificação das normas de fiscalização, as exportações brasileiras de castanha-do-brasil em casca para a Europa caíram cerca de 92%. A partir de 2004, os países compradores passaram a exigir condições especiais para importação do produto com casca. Uma das condições exigidas pela comunidade europeia foi o uso de boas práticas extrativistas, com respectiva comprovação pelas autoridades brasileiras e determinações dos teores de aflatoxinas dos lotes efetuada por laboratórios credenciados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Visando o atendimento das exigências do mercado externo, no ano de 2004, o MAPA publicou, no Diário Oficial da União, a Instrução Normativa nº 13, que dispõe sobre o monitoramento e controle da inocuidade e qualidade da castanha-do-brasil na cadeia produtiva.

Entretanto, para o comércio nacional as exigências quanto ao controle de aflatoxinas na castanha-do-brasil são menos restritivas. Por isto, os lotes rejeitados pelos exportadores podem ser direcionados ao mercado interno, representando risco para a saúde da população. Desta forma, o controle da contaminação por fungos é de extrema relevância, não apenas porque evita grandes perdas econômicas e impacto socioambiental na região, mas, principalmente, por se constituir em uma questão de saúde pública (Álvares et al., 2009).

Além do uso alimentício da amêndoa, o fruto, também chamado de ouriço, após a retirada das sementes, é usado na confecção de peças de artesanato ou ainda como combustível em áreas de extração de látex em seringais nativos, usado durante muito tempo para defumação das "bolas" de borracha recém extraídas.

A castanha-do-brasil constitui-se em importante produto florestal não madeireiro da Amazônia. Como planta madeireira é pouco explorada, apesar de constituir-se em espécie de excelente aptidão silvicultural, pois apresenta bom crescimento em altura e diâmetro, é pouco atacada por pragas e doenças, apresenta desrama natural e forma fuste retilíneo,

FIGURA 3 - Frutos (ouriços) de *Bertholletia excelsa*

Fonte: Afonso Rabelo-COBIO/INPA

especialmente quando plantada em sistema adensado. Além disso, a madeira é de boa qualidade, com densidade variando entre 0,70 e 0,75g/cm³, é fácil de ser trabalhada e apresenta multiplicidade de usos (Loureiro et al., 1979).

Não obstante ser uma espécie de grande importância econômica na Região Norte e em países vizinhos, tanto pelas castanhas que produz quanto pela qualidade de sua madeira, ainda não se consagrou como espécie cultivada, o que se constata pelo fato de que mais de 90% da produção de castanha ainda ser oriunda do extrativismo. Na Bolívia, que atualmente é o maior produtor mundial, da mesma forma, a totalidade da produção comercial é oriunda da exploração de plantas nativas.

PARTES USADAS: As amêndoas são comestíveis e podem também ser usadas na extração de óleo; o ouriço é usado na produção de peças artesanais e como material combustível; o tronco fornece madeira de alta qualidade.

ASPECTOS ECOLÓGICOS, AGRONÔMICOS E SILVICULTURAIS PARA O CULTIVO: A espécie é predominantemente alógama, em decorrência de apresentar mecanismo de autoincompatibilidade genética, embora se verifique, em alguns genótipos, pequena taxa de autofecundação, com a estimativa de taxa de cruzamento multiloco individual por planta materna (tm=0,849). A peculiar morfologia da flor restringe o acesso aos visitantes, caso



FIGURA 4 - Sementes de *Bertholletia excelsa*. A) Abertura do ouriço para retirada das sementes; B) Sementes com casca; C) Castanha. Fonte: Ronaldo Rosa (A), Pablo Gomez Correa (B) e Mauro Cateb (C)

das abelhas de médio e grande porte. Foi verificado que a razão pólen/óvulo é de 26.755,29, indicando que o sistema reprodutivo apresenta xenogamia obrigatória. As flores são polinizadas por grandes abelhas dos gêneros (*Xylocopa*, *Epicaris*, *Bombus*, *Centris* e *Eulaema*), capazes de promover fluxo de pólen a grandes distâncias, fator fundamental, pois a espécie *Bertholletia excelsa* é planta com síndrome melitófila, portanto, dependente da ação dos polinizadores para garantir a produção de frutos (Moritz, 1984; O'Malley et al., 1988; Maués, 2002).

Na maioria das áreas de ocorrência natural ou de cultivo das castanheiras a espécie floresce na época de menor precipitação, com a produção e queda de frutos maduros no período de chuvas. São necessários cerca de 12 a 15 meses para que o fruto complete a maturação, ou seja, durante a floração e o desenvolvimento dos frutos novos, a castanheira-do-brasil conserva os frutos velhos e quase maduros, sendo comum encontrar frutos de diferentes estágios de desenvolvimento em uma mesma planta durante todo o ano (Moritz, 1984; Maués, 2002).

Em avaliação da fenologia das plantas na microrregião de Belém, no estado do Pará, foi verificado que o início, o pico e o término da produção de frutos dependem fundamentalmente do período em que ocorre a menor precipitação de chuvas, que tem reflexos diretos sobre a época e extensão do período de floração das plantas. Sendo que o pico de produção de frutos ocorre na época de maior precipitação pluviométrica, ou seja, no período de dezembro a abril.

PROPAGAÇÃO: A castanheira-do-brasil pode ser propagada por sementes ou por enxertia. A propagação por sementes deve ser utilizada quando o estabelecimento do cultivo for com finalidade de exploração para extração de madeira. A propagação por enxertia é indicada quando o objetivo da plantação é a produção de frutos. Contudo, nos dois casos a semente é o elemento essencial, pois o porta-enxerto é obtido a partir de sementes.



Propagação sexuada: O estabelecimento de plantios comerciais de castanheira-do-brasil apresentava problemas em virtude da dificuldade na germinação, porte elevado das árvores, baixo vingamento de frutos e demora no início da frutificação. Mas com o desenvolvimento de métodos para acelerar a germinação das sementes pelo processo de descascamento (retirada do tegumento externo), com uso da prensa e de um alicate especial, desenvolvido na Embrapa Amazônia Oriental, permitiu que as sementes germinassem com maior rapidez. Geralmente a emergência das plântulas se inicia por volta dos 30 dias após a semeadura, com porcentagem de germinação de, aproximadamente, 80% aos 90 ou 100 dias após a semeadura. Com o uso desta tecnologia, houve redução em cerca de 50% no custo de formação das mudas de castanheira-do-brasil.

Propagação por enxertia: O desenvolvimento da técnica de enxertia reduziu bastante o porte das plantas e, ao mesmo tempo, a idade da primeira frutificação, que passou de doze para seis anos (Müller, 1982). Quanto ao baixo vingamento de frutos, este problema pode ser parcialmente solucionado com a utilização de clones compatíveis entre si e com o uso de técnicas que favorecem a presença de insetos polinizadores nos castanhais cultivados. As plantas de castanheira-do-brasil obtidas pelo processo de enxertia iniciam a frutificação com quatro a seis anos após o enxerto. A enxertia, além de reduzir pela metade o tempo necessário para a frutificação, possibilita também a multiplicação de plantas com boas características agrônômicas, ou seja, plantas com alta produtividade, frutos com tamanho grande, precocidade de produção e porte mais baixo. A enxertia é efetuada diretamente no campo, em plantas com idade entre um ano e meio a dois anos ou com altura de 1,5 a 2 metros (Figura 6). Dois métodos de enxertia podem ser empregados, conforme descritos na sequência.

A. Enxertia por placa ou escudo: A técnica mais indicada é o método Forket modificado, comumente usado em seringueira. Antes da retirada do escudo (enxerto) deve-se verificar se o cavalo está "soltando casca", sendo feita de duas maneiras: fazendo-se cortes no porta-enxerto e verificando o desprendimento da casca sem o desfibramento da região cambial, ou seja, a casca deve ser descolada com facilidade da região cambial. Outra forma de verificação é quando o cavalo está com folhas novas. Isto indica que as células cambiais estão túrgidas, o que facilita o destacamento perfeito da casca. O ramo que irá fornecer as gemas deve ter o diâmetro aproximado ao do cavalo. As hastes devem ser retiradas de ramos plagio-

trópicos de plantas em produção ou de jardim clonal. As folhas das hastes devem ser eliminadas oito dias antes da enxertia, para facilitar o destacamento da placa e acelerar a brotação das gemas. A haste é retirada da planta-mãe apenas no dia da enxertia e após a retirada, as hastes devem ser mantidas umedecidas. A enxertia é efetuada diretamente nas plantas estabelecidas no local definitivo, sendo indicado que o enxerto seja feito a um metro do solo. Insere-se o escudo com a gema no porta-enxerto de modo a permitir um íntimo contato da gema com as células do cambio do porta-enxerto, quanto mais próximo este contato maior será a probabilidade de pegamento do enxerto. Normalmente, o índice de pegamento está em torno de 90%. Entretanto, para que se obtenha bom índice de pegamento da enxertia é essencial que haja um preparo adequado dos porta-enxertos, do enxerto, bem como, a escolha correta da técnica de enxertia, além da habilidade do enxertador. A verificação do pegamento é feita 30 dias após a enxertia, quando é retirada a fita e feito um anelamento de 10cm no porta-enxerto a 1cm do enxerto (escudo). Esta prática dispensa a decapitação imediata do porta-enxerto, como normalmente é recomendado para outras culturas. Este procedimento visa minimizar o efeito da dominância apical do cavalo, que impede a brotação da gema. O anelamento provoca a morte gradual da porção superior do cavalo, o que evita o excesso de brotações no porta-enxerto (ramos ladrões), além de uniformizar a brotação das gemas do enxerto. Normalmente os enxertos podem emitir brotos com crescimento ortotrópicos (crescimento vertical) ou plagiotrópicos (crescimento lateral). Quando a brotação do enxerto for lateral e estiver com cerca de 30cm de comprimento, devem ser amarrados ao porta-enxerto, para a orientação vertical, o qual permite o crescimento ereto.

B. Enxertia por garfagem no topo em fenda cheia: No caso da enxertia precoce (em viveiro), utiliza-se porta-enxertos com cerca de 50 a 60cm de altura. Nesse caso, o método recomendado é a enxertia por garfagem de topo em fenda cheia. Normalmente, o índice de pegamento da enxertia de garfagem situa-se também em torno de 90%. Entretanto, da mesma forma como mencionado anteriormente, este índice de pegamento é diretamente proporcional ao correto preparo do porta-enxerto, do enxerto, além da habilidade do enxertador (Carvalho; Nascimento, 2016).

EXPERIÊNCIAS RELEVANTES COM A ESPÉCIE: Tonini (2015) estudou o padrão fenológico da castanheira-do-brasil no sul do estado de Roraima, correlacionando a frequência de ocorrência das fenofases às condições pluviométricas locais em um período compreendido entre fevereiro de 2006 a fevereiro de 2009. A floração da castanheira-do-brasil mostrou-se periódica, anual, longa e sincrônica e ocorreu predominantemente durante o período de menor precipitação. A frutificação mostrou-se periódica e sincrônica e a dispersão dos frutos ocorreu predominantemente no período chuvoso. O padrão fenológico da emissão de folhas tendeu a variar anualmente, sendo próximo ao contínuo em 2007 e bi-modal em 2006 e 2008. Observou-se uma maior proporção de indivíduos perdendo folhas entre os meses de agosto e outubro, o que caracteriza um período de transição entre a época seca e a chuvosa, com sensível redução de precipitação.

Souza et al. (2017) salienta que a castanheira é uma espécie exigente em luz e depende da existência de clareiras para alcançar o tamanho reprodutivo. Em plantios florestais demonstra rápido crescimento inicial quando exposta a altos níveis de irradiância. Em um estudo sobre o grau de plasticidade das respostas ecofisiológicas de *Bertholletia excelsa* submetida a ambientes de irradiância contrastantes, esses autores verificaram que plantas jovens demonstraram maior acúmulo de biomassa, crescimento e fotossíntese quando expostas aos ambientes de moderada e alta irradiância. A condição de baixa irradiância estimulou maior partição de biomassa para a parte aérea em contraposição ao sistema radicular e maior concentração foliar de pigmentos cloroplastídicos. A espécie apresentou maior crescimento e acúmulo de biomassa em ambientes de moderada e alta irradiância, observados pelo melhor desempenho fotossintético.

FIGURA 5 - Principais produtos comerciais da castanheira. A) Amêndoas beneficiadas comercializadas em feiras livres; B) Óleo de castanha



Fonte: Julcéia Camillo

Um estudo importante foi realizado por Wadt et al. (2018) avaliando os aspectos relativos à dispersão primária e secundária dos frutos da castanheira, bem como seus efeitos sobre a conservação e o uso sustentável do recurso. Observou-se que a dispersão primária é efetuada pela água da chuva e, uma vez no chão, os frutos são dispersos secundariamente por mamíferos, principalmente as cutias (*Dasyprocta* spp.) que geralmente enterram os frutos em esconderijos espacialmente dispersos, facilitando a germinação e o estabelecimento precoce de plântulas. Os autores relatam ainda que, de 6855 frutos caídos, os mamíferos transportaram para fora da área de projeção de copa da árvore cerca de 4,1% dos frutos em até cinco dias após a queda dos mesmos; e que a atividade de coleta dos frutos para fins comerciais, quando bem planejada, gera emprego e renda para as comunidades rurais, sem afetar a atividade dos dispersores ou a manutenção de populações de cutias.



A



B

SITUAÇÃO DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE:

Bertholletia excelsa está incluída na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção na categoria Vulnerável (Brasil, 2014), sendo o desmatamento a principal ameaça às suas populações naturais. Nas margens do rio Tocantins a espécie foi derrubada para a construção de estradas e de barragem e no sul do Pará, para o estabelecimento de assentamentos rurais. No Acre e no Pará, a criação de gado provocou sua morte, e a caça de cotias, que são os dispersores naturais de suas sementes, provocou ameaça à formação de novos indivíduos na floresta. Atualmente a espécie *B. excelsa* é abundante apenas no leste da Bolívia e no Suriname.

A situação preocupante com relação à conservação desta espécie também foi relatada em estudo efetuado por Scoles et al. (2016) avaliando a sobrevivência e frutificação de *B. excelsa* em áreas desmatadas no estado do Pará. Os autores descrevem que o estudo evidenciou uma paisagem desoladora composta majoritariamente por árvores de castanheira mortas, confirmando a ineficácia da legislação quanto à proteção legal da espécie, uma vez que as atividades humanas na área estudada (principalmente pecuária) acabam provocando drástica diminuição das populações densas de *Bertholletia excelsa*. Observou-se que a imensa maioria de castanheiras mortas possuía casca e parte interna do tronco queimadas, o que revela o uso descontrolado e frequente do fogo nas propriedades rurais e sua estreita relação com a mortandade generalizada de população de castanheiras, de modo semelhante aos relatos de Homma (2000) na região de Marabá, denominando a paisagem como “cemitério de castanheiras”.

Scoles et al. (2016) ainda relataram que a população viva de castanheiras apresenta maior frequência de indivíduos de tamanhos intermediários e baixa regeneração de plantas, indicando

FIGURA 6 - Propagação de *Bertholletia excelsa* por enxertia. A) Porta-enxerto e detalhe da enxertia de placa; B) Anelamento no porta-enxerto (cavalo) após o pegamento do enxerto. Fonte: Walnice Nascimento

uma tendência forte ao envelhecimento da população viva remanescente. Os autores ressaltam ainda que a situação das populações de castanheira na região de Oriximiná/Pará é extremamente crítica e que esse cenário desolador é fruto do descaso público e do desrespeito à legislação de proteção ambiental por boa parte dos proprietários rurais. Alternativamente, sugere-se a adoção urgente de medidas de conservação das castanheiras remanescentes e práticas de reflorestamento que garantam a reposição da população de castanheiras na região de estudo.

Em contrapartida, deve-se salientar também o esforço de diversas instituições de pesquisa para a conservação e o melhoramento genético da castanheira-do-brasil. A mais antiga coleção de germoplasma dessa fruteira encontra-se instalada na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, estando, atualmente, representada por 10 acessos coletados no Estado do Pará, mais precisamente nos municípios de Alenquer e Oriximiná. Esses acessos estão estabelecidos na forma de clones e foram implantados em 1968. Na Tabela 3 estão apresentados o local de coleta dos acessos e a circunferência do caule e altura do fuste das matrizes de onde foram coletados os frutos.

TABELA 3 - Acessos de *Bertholletia excelsa* disponíveis na Coleção de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, 2018

Procedência	Altura do fuste da planta matriz (m)	Circunferência do caule da planta matriz (m)	Nome do acesso
Castanhal Santa Fé, as margens do rio Mamiá, Alenquer, PA	27,00	5,35	Santa Fé I
Castanhal Santa Fé, as margens do rio Mamiá, Alenquer, PA	24,00	4,00	Santa Fé II
Castanhal Porongaba, as margens do rio Mamiá, Alenquer, PA	—	—	Manoel Pedro I
Castanhal Segredo, as margens do rio Mamiá, Alenquer, PA	—	—	Manoel Pedro II
Estrada do aeroporto, cidade de Alenquer, PA	6,00	1,43	Clone 606
Castanhal Poção Velho, Oriximiná, PA	6,00	2,00	Clone 609
Castanhal Poção Velho, Oriximiná, PA	10,65	1,60	Clone 612
Castanhal São João, Região de Piraruacá lago do Maria Pixy, Oriximiná, PA	23,70	3,42	Clone 614
Castanhal São João, Região de Piraruacá lago do Maria Pixy, Oriximiná, PA	22,60	1,40	Clone 710
Castanhal São João, Região de Piraruacá lago do Maria Pixy, Oriximiná, PA	11,30	1,70	Clone 722

Fonte: Informações adaptadas de manuscrito pessoal de Pinheiro (1967)

PERSPECTIVAS E RECOMENDAÇÕES: Nas últimas quatro décadas os castanhais no Estado do Pará têm sofrido as maiores intervenções do homem desde o início da ocupação da Amazônia. A abertura de rodovias, construções de hidroelétricas, exploração de minérios, construções de estrada de ferro e hidrovias, entre outros eventos, constituíram fatores que

levaram à contínua subtração dos estoques de castanhais. Da área original do Polígono Castanheiro, proposto em 1982, 70% da área foi desmatada. A destruição das castanheiras, apesar de serem protegidas legalmente contra a sua derrubada desde a década de 60, está relacionada também à perda de competitividade frente a alternativas econômicas. Ao contrário dos açaiçais, onde a valorização dos frutos tende a levar à conservação pelos próprios extratores, no caso das castanheiras, na visão do "posseiro", é muito mais lucrativo vender a madeira das árvores, plantarem culturas anuais e cupuaçuzeiros ou transformar as áreas em pasto (Homma, 2000).

Dentre as várias frutíferas nativas com potencial de utilização, a castanheira-do-brasil pode ser considerada como espécie chave na promoção do desenvolvimento com a preservação das florestas, pois além de ser abundante na região amazônica, a castanha é coletada quase que exclusivamente em florestas naturais; é explorada por diversas comunidades a baixo custo; apresenta sólida demanda de mercado e a sua utilização pode ser considerada como de baixo impacto ambiental. As florestas com castanheiras cobrem uma superfície de, aproximadamente, 325 milhões de hectares na Amazônia, com a maior parte distribuída entre o Brasil (300 milhões), a Bolívia (10 milhões) e o Peru (2,5 milhões). No Brasil, o extrativismo da castanha se caracteriza pela alta concentração da produção em poucos estados onde o Acre, o Amazonas e o Pará detêm 80,7% da produção, com os demais estados (RO, MT, AP e RR) totalizando os 19,3% restantes. Roraima é o estado Amazônico de menor produção com uma média histórica de 2,03% da produção Nacional (Tonini et al., 2008).

Apesar de ser uma espécie protegida por lei, a derrubada dos castanhais, aliada a desvantagens competitivas da produção nacional em relação aquelas da Bolívia e do Peru fizeram com que a produção brasileira de castanha declinasse ao mesmo tempo em que investimentos e incentivos fiscais na Bolívia tornaram aquele país líder no mercado internacional. Atualmente, a Bolívia é responsável por 50% da produção mundial, contra 37% do Brasil e 13% do Peru. Na Bolívia, a castanha se converteu no principal produto florestal de exportação devido ao valor agregado gerado pelo seu processamento e ao aumento da produção. Desde 1996 toda a exportação boliviana é feita sem casca e o aumento da produção também se deve à compra de castanha com casca do Brasil. No final da década de 1990 a castanha chegou a representar 30% dos produtos florestais de exportação na Bolívia e, 2,6% do total das exportações deste país (Homma, 2000). A produção brasileira de castanha-do-brasil em 2016 foi de 34.664 ton (IBGE/SIDRA, 2018).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.P. **Castanha-do-pará: sua utilização e importância na economia amazônica**. Ed. S/A, Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro. 1963, 86p. (Estudos Brasileiros, 19).

ÁLVARES, V.S.; SOUZA, J.M.L.; NEGREIROS, J.R.S. **Contaminação por aflotoxinas na castanha-do-brasil pode ser solucionada**. 2009. In: AGROSOFT Brasil. Disponível em www.agrosolft.org.br.

BARROSO, G.M.; PEIXOTTO, A.L.; ICHASO, C.L.F.; GUIMARÃES, E.F.; COSTA, C.G. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed., v.2, Viçosa: UFV, 2002. 309p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA Nº 443, de 17 de dezembro de 2014.** Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção.

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O. **Enxertia da castanheira-do-brasil pelo método de garfagem no topo em fenda cheia.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2016. 4p. (Embrapa Amazônia Oriental, Comunicado Técnico, 283).

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis na Amazônia.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi (Coleção Adolpho Ducke). 2010. 282 p.

CHUNHIENG, T.; PÉTRITIS, K.; ELFAKIR, J.B.; GOLI, T.; MONTET, D. Study of selenium distribution in the protein fractions of the Brazil nut, *Bertholletia excelsa*. **J. Agric. Food Chem.**, 52(1), 4318-4322, 2004.

DANIEL, J. **Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas.** v.1. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. 600p.

FLORA DO BRASIL. **Lecythidaceae in Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23424>>. Acesso em: 02 Jul. 2018.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 9ed., 2004. 307p.

FURR, A.K.; MACDANIELS, L.H.; JOHN, L.E.S.; GUTENMANN; PAKKAÇLA, I.S.; LISK, D.J. Elemental composition of tree nuts. New York: **Bulletin Environmental Contamination and Toxicology**, 21(21), 392-396, 1979.

HOMMA, A.K. **Cronologia da ocupação e destruição dos castanhais no sudeste paraense.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 132p.

IBGE/SIDRA. 1981. **Extração vegetal.** Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela>. Acesso em 21 de agosto de 2009.

IBGE-SIDRA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura.** Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/289>. Acesso em jul. 2018.

KATO, C.G.; BRUGNARI, T.; CORREA, V.G.; GOMES, R.G.; SALEM, R.D.S. Caracterização físico-química da torta de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK) obtido pelo método de prensagem para o aproveitamento tecnológico. **Revista Uningá Review**, 25(2), 2016.

KORNSTEINER; M; WAGNER, K.H.; ELMADFA, I. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. **Food Chemistry**, 98(2), 381-387, 2006.

LISBOA, C. **História dos animais e árvores do Maranhão.** Curitiba: UFPR. 1968. 183p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. p.133.

LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F.; ALENCAR, J.C. **Essências madeireiras da Amazônia.** Manaus: INPA. v. 2. 1979. 245p.

MAUÉS, M.M. Reproductive phenology and pollination of the brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia. In: Kevan P & Imperatriz Fonseca VL (eds) - Pollinating Bees - **The Conservation Link Between Agriculture and Nature** - Ministry of Environment / Brasília. p. 245-254. 2002.

MORIZT, A. **Estudos biológicos da floração e da frutificação da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.)**. Belém: Embrapa-CPATU. 1984, 82p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 29).

MÜLLER, C.H. **Quebra de dormência da semente e enxertia em castanha-do-brasil**. Belém: Embrapa-CPATU, 1982. 40p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 16).

MÜLLER, C.H.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; KATO, A.K.; CARVALHO, J.E.U. de; STEIN, R.L.B.; SILVA, A. de B. **A cultura da castanha-do-brasil**. Brasília: Embrapa/SPI. 1995. 65p. (Embrapa - SPI. Coleção Plantar, 23).

O'MALLEY, D.M.; BUCKLEY, D.P; PRANCE, G.T.; BAWA, K.S. Genetics of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). **Theoretical and Applied Genetics**, 76(6), 929-932, 1988.

PACHECO, A.M.; SCUSSEL, V.M. Selenium and aflatoxin levels in raw Brazil nuts from the Amazon Basin. **J. Agric. Food Chem.**, 55(1), 11087-11092, 2007.

PECHNIK, E.; BORGES, P.; SIQUEIRA, R. Estudo sobre a castanha do Pará. In: **Trabalhos e Pesquisas**, 3, 113-172, 1950.

PICKEL, B.J. As árvores do Maranhão. In: DANIEL, J. **Tesouro descoberto no máximo Rio Amazonas**. v.1. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. 169-180p.

PINHEIRO, E. **Propagação vegetativa da castanheira**. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte. Belém: MA/DPEA. 1967.13p.

PRANCE, G.T.; MORI, S.A. Lecythidaceae. **Flora Neotropica**, 21(1), 1-270, 1979.

SCOLES, R.; CANTO, M.S.; ALMEIDA, R.G.; VIEIRA, D.P. Sobrevivência e frutificação de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em áreas desmatadas em Oriximiná, Pará. **Floresta e Ambiente**, 23(4), 555-564, 2016.

SOUZA, S.D.C.R.; SANTOS, V.A.H.F.; FERREIRA, M.J.; CARVALHO-GONÇALVES, J.F. Biomassa, crescimento e respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* Bonpl. submetidas a diferentes níveis de irradiância. **Ciência Florestal**, 27(2), 2017.

TONINI, H.T. Fenologia da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) no sul do estado de Roraima. **Cerne**, 17(1), 123-131, 2015.

TONINI, H.; COSTA, P.; KAMINSKI, P.E.; SCHWENGBER, L.A.M.; TURCATEL, R. **Estrutura e distribuição espacial da castanheira-do-brasil em florestas naturais de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. (Embrapa Roraima. Comunicado técnico, 8).

WADT, L.H.O.; FAUSTINO, C.L.; STAUDHAMMER, C.L.; KAINER, K.A.; EVANGELISTA, J.S. Primary and secondary dispersal of *Bertholletia excelsa*: Implications for sustainable harvests. **Forest Ecology and Management**, 415, 98-105, 2018.