

CASTANHA-DA-AMAZÔNIA

ESTUDOS SOBRE A ESPÉCIE E SUA CADEIA DE VALOR

MELHORAMENTO GENÉTICO E CULTIVO

Volume 4

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Lúcia Helena de Oliveira Wadt
Julianna Fernandes Marocco
Marcelino Carneiro Guedes
Kátia Emídio da Silva

Editores Técnicos

Embrapa 50 ANOS

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Rondônia
Ministério da Agricultura e Pecuária*

Castanha-da-amazônia

Estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor

Melhoramento genético e cultivo
Volume 4

*Lúcia Helena de Oliveira Wadt
Julianna Fernandes Marocco
Marcelino Carneiro Guedes
Kátia Emídio da Silva*

Editores técnicos

*Embrapa
Brasília, DF
2023*

Embrapa

Parque Estação Biológica
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Rondônia
BR 364 Km 5,5, Caixa Postal 127
76815-800 Porto Velho, RO

Comitê Local de Publicações

Presidente

Pedro Gomes da Cruz

Secretário-executivo

Antônio Carlos Santana de Jesus

Membros

Victor Ferreira de Souza

Yara Santos Cioffi

Davi Melo de Oliveira

Maurício Reginaldo Alves dos Santos

Wilma Inês de França Araújo

Supervisão editorial

Lúcia Helena de Oliveira Wadt

Revisão de texto

Wilma Inês de Franca Araújo

Normalização bibliográfica

Marcia Maria Pereira de Souza

Foto da capa

Cássia Angela Pedrozo

Editoração eletrônica

André Luiz Garcia

1ª edição

Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa, Superintendência de Comunicação

Castanha-da-amazônia : estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor :
melhoramento genético e cultivo / Lúcia Helena de Oliveira Wadt, Julianna
Fernandes Marocco, Marcelino Carneiro Guedes, Kátia Emídio da Silva,
editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2023.
v. 4 (PDF 162 p.). il. color.

ISBN 978-65-89957-93-5 v. 4.

1. Castanha-da-amazônia - Extrativismo. 2. *Bertholletia excelsa*. 3.
Bioeconomia. 4. Sociobiodiversidade. 5. Manejo. 6. Cultivo. I. Wadt, Lucia Helena
de Oliveira. II. Marocco, Julianna Fernandes. III. Guedes, Marcelino Carneiro.
IV. Silva, Kátia Emídio da. V. Embrapa Rondônia.

CDD (21. ed.) 634.575

Capítulo 6

Plantios pioneiros em monocultivos e sistemas agroflorestais na Amazônia

Roberval Monteiro Bezerra de Lima; Alfredo Kingo Oyama Homma; Tadário Kamel de Oliveira; José Francisco de Carvalho Gonçalves.

Introdução

O plantio de castanheiras nas áreas já desmatadas e/ou degradadas e para recuperar o passivo ambiental se revela como alternativa de longo prazo para aumentar a oferta de um produto já conhecido no mercado nacional e internacional. A oferta extrativa, mesmo com altos preços, não consegue atender a atual demanda, e plantios trazem o potencial de gerar renda e democratizar o consumo da castanha. É objetivo deste capítulo, portanto, fazer um levantamento e uma análise das iniciativas de plantio de castanheiras realizadas até então, buscando identificar e relatar as lições aprendidas com essas ações, como subsídio para a expansão dos plantios da espécie.

À semelhança do que aconteceu com o sucesso na domesticação do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), cultivado em larga escala no Nordeste brasileiro, África e Ásia, a seguinte questão pode ser muito oportuna para a situação da castanheira na Amazônia: tecnicamente, a castanheira-da-amazônia poderá seguir o mesmo caminho? Wadt e Kainer (2009) relatam as dificuldades de transformar a castanheira em uma planta cultivada, sendo este um desafio para o futuro. Nesse contexto, é interessante mencionar que o êxito na domesticação de outra espécie arbórea, também nativa da Amazônia, a seringueira (*Hevea brasiliensis* L.), realizada pelos ingleses no Sudeste asiático, não ocorreu com a castanheira naquela região, a despeito das facilidades para o transporte de material genético no passado. Isso coloca a hipótese de que entraves ecofisiológicos, como longo tempo para frutificação, falta de polinizadores, reduzido mercado até então prevaiente e existência de estoques na natureza, não tenham despertado o interesse pela sua

domesticação, ou mesmo, que esse interesse tenha sido limitado por questões de natureza técnica, relacionadas à silvicultura da espécie.

A primeira sinalização política para o plantio de castanheiras surgiu com a realização do I Simpósio Nacional da Castanha em 1982, promovido pela Superintendência Desenvolvimento Amazônia (Sudam), decorrente dos resultados de pesquisa da Embrapa Amazônia Oriental quanto à produção de mudas. A dificuldade na germinação das sementes, que levavam de doze a quinze meses, foi contornada na década de 1970, com as técnicas desenvolvidas pelo pesquisador Carlos Hans Müller (1947-2016), as quais consistiam na retirada da casca das sementes e no tratamento das amêndoas com fungicidas antes da sementeira (Müller, 1981). Com a adoção dessa prática, a baixa germinação de apenas 25% após 1,5 ano da sementeira foi elevada para 75% aos cinco meses (Nascimento; Homma, 1984).

O problema do porte muito elevado pode ser resolvido por meio do método Forkert de enxertia, que consiste em selecionar uma gema sadia da planta matriz e realizar um corte retangular com as mesmas dimensões do corte feito no porta-enxerto, permitindo à castanheira assumir uma forma mais copada. A longa fase juvenil, a despeito da enxertia, ainda constitui um desafio para a pesquisa em reduzir o tempo para a plena produção comercial. A baixa relação entre frutos e flores vem sendo contornada pelo uso de material nativo de excepcional produção relatado pelos coletores, obedecendo à mistura de clones selecionados de castanhais nativos, na técnica de enxertia desenvolvida (Müller et al., 1980; Moritz, 1984; Nascimento; Homma, 1984).

Para a plena domesticação da castanheira há necessidade de maiores investimentos de pesquisa de longo prazo e de mudanças na Lei nº 13.123/2015 (Brasil, 2015) e no Decreto nº 8.772/2016 (Brasil, 2016), o qual dispõe sobre o patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado à repartição de benefícios e à transferência de tecnologia para a sua conservação e utilização. Essa legislação é um atraso para o desenvolvimento das pesquisas com a castanheira, dificultando a coleta de material genético e na presunção de lucros imediatos para repartição. Há necessidade de sua reformulação (Alves et al., 2018; Bockmann et al., 2018).

As informações dadas a seguir sobre experiências de plantio compreenderam duas fontes principais: uma revisão bibliográfica e o conhecimento dos autores com relação aos plantios de castanheiras efetuados pelos produtores, pelas instituições de pesquisa e pelas grandes empresas desde a década de 1970, envolvendo observações, visitas e entrevistas a produtores nesses últimos cinquenta anos.

Experiências de plantios da castanheira

Estado do Amazonas

Parintins

A imigração japonesa iniciada por Tsukasa Uyetsuka (1890-1978) em 1931 no município de Parintins teve como sucesso a aclimatação da lavoura da juta (em 1934), efetuada por Ryota Oyama (1882-1972). Na busca de opções para o desenvolvimento da colônia, para o qual foi obtida uma concessão de 1 milhão de hectares, foram plantadas diversas espécies perenes e anuais (Homma, 2007; Homma et al., 2011). Entre as espécies perenes, a castanheira foi uma das que mereceu atenção dos imigrantes japoneses. Por não disporem de mudas e não dominarem o processo de germinação da castanheira, em janeiro de 1931, chegou a Parintins, no navio Guanabara, 1.143 mudas de castanheiras-da-amazônia, laranjeiras, mangueiras, biribazeiros e guaranazeiros, provenientes da Estação Experimental de Manaus, vinculada à Secretaria de Agricultura do Estado do Amazonas. Uma segunda remessa ocorreu em janeiro de 1932, no navio Tejo, que trouxe de Manaus novas mudas de castanheiras e laranjeiras. Os primeiros plantios, portanto, foram realizados no período de dezembro de 1931 a janeiro de 1932 (Homma, 2007; Homma et al., 2011).

Essas mudas de castanheira foram plantadas na Vila Amazônia, município de Parintins, em uma área desmatada de 46 ha, dividida em três partes, sendo que na segunda quadra, de 21 ha, foi plantada a castanheira-da-amazônia com o cafeeiro e nas entrelinhas, o arroz (Homma, 2007; Homma et al., 2011).

Inicialmente os colonos japoneses plantaram as mudas de árvores grandes, como castanheira-da-amazônia, seringueira, sapucaia etc., com o espaçamento de 20 m x 20 m, ocupando as entrelinhas com espécies arbóreas de tamanho médio ou pequeno, como cacaueiro, laranjeira, limoeiro, cafeeiro, mamoneira, algodoeiro arbóreo etc. Entre essas culturas permanentes, foram plantadas as culturas anuais e semiperenes, tais como mandioca, arroz, milho, feijão, bananeira, abacaxizeiro etc. Esse sistema de plantio representou uma adaptação do sistema criado no Japão por Toyohiko Kagawa (1888-1960) na década de 1920, a fim de aproveitar pequenas áreas por meio de culturas diversificadas. No Japão, esse foi um sistema recomendado para os lavradores nas regiões montanhosas, onde não havia condição de plantar arroz irrigado. No entanto, não foi difundido naquele país por causa de limitação na escolha das árvores grandes e rentáveis. Lá, os agricultores

tiveram a opção somente de cultivar a noz pecan e a macadâmia, mas não havia mercado para essas nozes (Homma 2007; Homma et al., 2011).

No campo principal da Vila Amazônia, foi adotado o sistema de *rittai nougyou* (agricultura sólida). Esse procedimento trata-se do sistema agroflorestal (SAF), como é conhecido na atualidade. Embora esse termo científico somente tenha surgido em 1953, nos Estados Unidos, Tsukasa Uyetsuka já tinha estudado o assunto nos anos de 1929 e 1930, e, a partir de 1931, ordenou a Mitsuru Kamei – chefe do Departamento Agrícola do extinto Instituto Amazônia (1930-1941), implantado pelos imigrantes japoneses em Parintins, Amazonas – experimentar o SAF, primeiro plantando as mudas de castanheira-da-amazônia ou seringueira e, em seguida, as mudas de cafeeiro, guaranazeiro ou cacaueteiro (Homma et al., 2021). A cada ano, os agricultores semeavam nas entrelinhas alguma cultura de ciclo curto, como arroz, milho, feijão e mandioca. Esse plantio de castanheiras, de 115 mil pés de seringueiras e de outros cultivos perenes, foi confiscado durante a II Guerra Mundial, em decorrência da aliança do Japão com a Alemanha, país ao qual Brasil declarou guerra em 1942. Em setembro de 1942, o gerente do Banco do Brasil em Manaus, Clovis Castelo Branco, foi nomeado liquidante; e em abril de 1946, os bens espalhados dos imigrantes japoneses nos municípios de Parintins, Maués e Barreirinha foram postos a leilão, sendo adquiridos pela firma J.G. Araújo, iniciais do comendador Joaquim Gonçalves de Araújo (1860-1940). Essas áreas foram ocupadas em 1988, quando o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) implantou o Projeto de Assentamento Vila Amazônia (Homma 2007; Homma et al., 2011).

Manaus

Em Manaus, o intelectual autodidata cearense Cosme Alves Ferreira Filho (1893-1976) – deputado estadual (1935) e federal (1946-1955) e secretário de Produção Rural do Estado do Amazonas – efetuou um plantio de 10 mil castanheiras, em 1930, em uma área de 250 ha, com esforço da Companhia Brasileira de Plantações, de sua propriedade. Esses plantios chegaram à idade adulta, mas essa área acabou sendo ocupada com a expansão urbana de Manaus, a partir da década de 1970. A sua localização próxima de aglomerados humanos restringiu as possibilidades de coleta pelo proprietário. O senhor Cosme Alves Ferreira Filho realizou trabalhos pioneiros com enxertia e defendia que a produção extrativa de castanha-da-amazônia poderia ser obtida em apenas 20 mil hectares de plantio de castanheiras (Ferreira Filho, 1961).

Itacoatiara

O maior plantio de castanheiras no mundo, com 318 mil árvores enxertadas para produção de frutos (3 mil hectares) e 968 mil árvores de pé-franco (552,3 ha) para projetos de reposição florestal, foi implantado pelo agrônomo paulista Sérgio Vergueiro, na Agropecuária Aruanã, na margem da estrada Manaus-Itacoatiara, Km 215, município de Itacoatiara, estado do Amazonas. O plantio das castanheiras foi feito com sementes selecionadas, tratadas e descascadas, que são postas a germinar no saco plástico de mudas pequenas (1 kg), com posição correta das amêndoas, que, pouco tempo após a germinação, são plantadas logo no início da estação chuvosa, tendo cuidado com cutias.

Esse empreendimento, em uma propriedade com 14,3 mil hectares, iniciou suas atividades em 1970, com a criação de gado bovino, posteriormente mudando o foco para o plantio de castanheiras, devido à degradação das pastagens (Figuras 1, 2 e 3). O plantio de castanheiras foi iniciado em 1981, adotando a tecnologia de produção de mudas e enxertia desenvolvida pela Embrapa Amazônia Oriental, com as sementes obtidas de ouriços coletados no Lago do Abufari, Alto Solimões, que recebeu a denominação de variedade Abufari, conhecida pela alta produtividade local.



Foto: Antônio Menezes

Figura 1. Plantio de castanheiras enxertadas na fazenda Aruanã.

Foto: Marcelo Casimiro Cavalcante



Figura 2. Visão panorâmica do plantio de castanheiras na Agropecuária Aruanã.

Foto: Roberval Lima



Figura 3. Árvore enxertada de castanheira na Agropecuária Aruanã, sendo observadas pelo engenheiro agrônomo Sérgio Vergueiro e pelo engenheiro florestal Euclides Pecinato.

O espaçamento adotado nos primeiros plantios na Agropecuária Aruanã foi de 20 m x 20 m, representando 30% dos plantios realizados, e, posteriormente, no espaçamento 10 m x 10 m, que representa 70% das castanheiras plantadas, todas com enxertia Forkert, realizada quando a castanheira tem a espessura de um lápis e o diâmetro compatível com o doador das borbulhas. A castanheira enxertada começou a produzir aos oito anos, com cinco ouriços; com quinze anos começou a produzir comercialmente; e com 25 anos produz à plena carga.

A Agropecuária Aruanã recebeu financiamento do Fundo de Investimentos Setoriais (Fiset) – Reflorestamento (Instituto Brasileiro de Defesa Florestal – IBDF) e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para o plantio de castanheiras; do Banco da Amazônia S/A para a pupunheira sem espinho; e do Banco do Brasil para um viveiro com capacidade para produção de 800 mil mudas de castanheira e 100 mil de pupunheira. Como parte da política de difusão do cultivo da castanheira, a Agropecuária Aruanã efetuou a distribuição de 496.392 mudas de castanheira-da-amazônia no período de 2006 a 2019 para 1.453 produtores espalhados em 183 comunidades nos municípios de Rio Preto da Eva, Presidente Figueiredo, Itacoatiara e Anamá.

Para garantir a reposição das árvores cortadas na exploração madeireira, há uma exigência legal do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama (Brasil, 1996) de plantar, no mínimo, oito árvores para cada metro cúbico sólido de madeira explorada, seis árvores por cada estéreo de lenha ou 12 árvores para cada metro cúbico de carvão produzido. Para evitar o fechamento das serrarias e de usuários de madeira (lenha, carvão etc.) de municípios próximos de Itacoatiara, com conseqüente desemprego, vislumbrou-se a oportunidade de plantar novas mudas de castanheiras nas entrelinhas do castanhal adulto da Agropecuária Aruanã, visando à produção de madeira para atender às normativas do Ibama, para comercialização desses ativos. Dessa forma, foi feito o plantio das castanheiras no espaçamento de 1,5 m na linha e 2,5 m na entrelinha, perfazendo 2.666 árvores/ha.

Nessas áreas de reposição florestal da Agropecuária Aruanã, existem 939 mil castanheiras, nas quais é efetuada a desrama para evitar a formação de galhos laterais e nós, semelhante ao que se faz no manejo da teca (*Tectona grandis L.f.*), e o corte das castanheiras (desbaste) para reduzir a densidade, vendida como lenha. Nos tocos remanescentes, verifica-se o rebrotamento integral das castanheiras cortadas para madeira. Esse procedimento não seria recomendado para plantios comerciais para frutos, cujo manejo silvicultural é diferente do sistema de plantios para produção de madeira. Para custear essa reposição, a Agropecuária Aruanã

recebeu à época R\$ 6,00 por castanheira plantada. A intenção da empresa foi limpar parte das áreas de castanheiras adultas que estavam na capoeira que ocupou o espaço entre as árvores cultivadas em grande parte da fazenda e efetuar a reposição, a qual depende dos contratos com as empresas madeireiras e da autorização do Ibama.

A coleta da castanha está concentrada nos 500 ha de área limpa, cuja produção tem sido crescente: 36 mil ouriços em 2010, 26 mil em 2011, 150 mil em 2012 e 165.321 em 2020. Na época da safra, a coleta é efetuada por uma equipe de cinco pessoas, que vão juntando os ouriços em determinado ponto de passagem do trator com carreta com capacidade para 2 mil ouriços. Essa equipe, que conta ainda com um tratorista, consegue coletar 5 mil ouriços/dia. O mês de fevereiro é o auge da queda de ouriços, e a coleta é feita após esse período, entre março e maio. Os ouriços são lavados e postos para secar; em seguida, são armazenados e quebrados com facão em cima de um tronco para a retirada das castanhas. Um trabalhador consegue quebrar entre mil a 1,2 mil ouriços por dia de serviço.

Após a retirada das castanhas dos ouriços, essas são colocadas em um secador durante quatro horas para pré-secagem; em seguida, são colocadas em uma peneira vibratória para proceder à separação por tamanho – pequena, média e grande. A separação apresenta, em média, 35% de castanhas pequenas, 60% de médias e 5% de grandes. Depois as castanhas médias e as grandes passam entre 10 e 12 horas em um secador estático. As amêndoas pequenas passam entre 8 e 9 horas. O objetivo é deixar as castanhas com 6% de umidade. São, então, ventiladas para a retirada de castanhas chochas.

O descascamento da castanha é efetuado em uma sala (4 m x 5 m) com ar refrigerado, onde ficam de seis a 12 funcionárias, todas com máscara e com facas com cabo de aço inoxidável. Nesse ambiente, sobre um tronco, com uma peça de plástico duro, efetuam a retirada manual das amêndoas. A posição ergonômica deixa muito a desejar, e pode ser melhorada. A experiência tem mostrado que uma funcionária consegue quebrar, em média, 600 castanhas por dia de serviço.

Para facilitar a retirada das películas das amêndoas, essas passam por secagem a 70 °C no forno a gás durante uma hora. As sementes são limpas e retornam por mais três horas ao forno a 72 °C, sendo a seguir classificadas em pequenas, médias e grandes, uma vez que não se destinam à exportação. O refugo representa entre 10 e 15% do peso inicial, e das amêndoas adequadas para comercialização, as pequenas e as grandes representam 5%, sendo 95% são de tamanho médio. A

castanha é vendida para lojas especializadas do Sul e Sudeste do Brasil e por meio do portal EcoNut, com o nome fantasia EcoNut, como produto orgânico. Apresenta um protocolo de beneficiamento, o qual envolve a secagem e a embalagem, com validade de dois anos de prateleira.

Estado do Pará

Tomé-Açu

Em levantamento realizado em 2006 na Colônia Japonesa de Tomé-Açu, foram entrevistados 96 produtores nipo-brasileiros, de um universo de 122 cooperados da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (Camta). Esse levantamento foi realizado sob a supervisão da Associação Cultural e Fomenta Agrícola de Tomé-Açu (Acta), da qual 29 cooperados declararam possuir castanheiras plantadas em suas propriedades. Foram contabilizadas 21.414 castanheiras plantadas em 548,82 ha em consórcios diversos, perfazendo uma média de 39 árvores/ha, densidade bastante elevada se comparada com a densidade de castanheiras em castanhais nativos no Sudeste Paraense, onde foram encontradas de 33 a 107 castanheiras adultas em parcelas amostrais de 50 ha (Kitamura; Müller, 1984; Barros et al., 2009) – Figura 4. Em Tomé-Açu, os plantios de castanheiras ficam distribuídos em áreas de diferentes idades, como fruto de evolução dos plantios anteriores de pimenta-do-reino (Tabela 1).

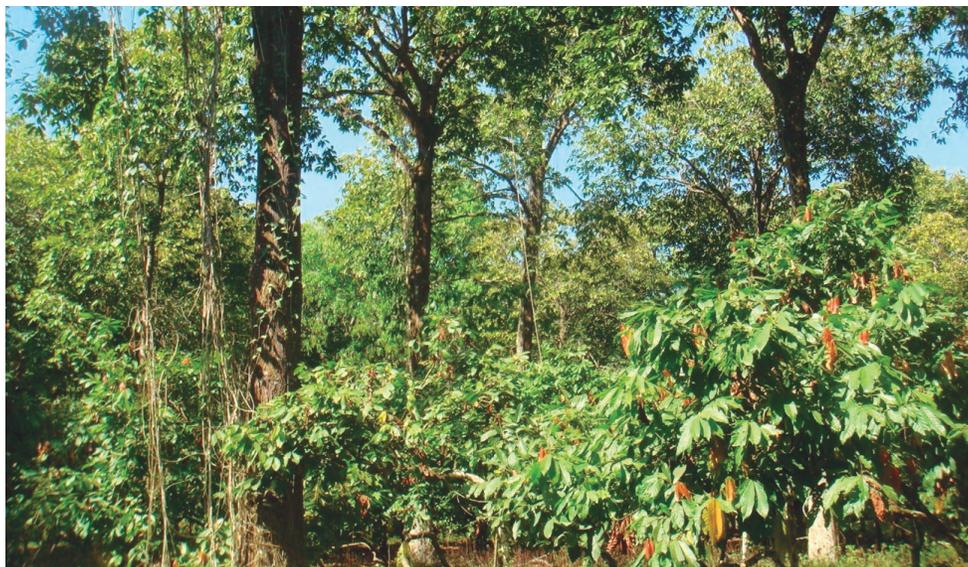


Foto: Roberval Lima

Figura 4. Plantio de castanheiras em SAFs efetuado pelos agricultores nipo-brasileiros de Tomé-Açu.

Tabela 1. Número de castanheiras plantadas nas parcelas das propriedades dos agricultores nipo-brasileiros de Tomé-Açu.

Número de castanheiras	Número de parcelas
0 a 100	44
101 a 200	12
201 a 500	13
501 a 1.000	7
1.001 a 3.188	4

Fonte: Barros et al. (2009).

O Sr. Seiya Takaki (1959-2014) foi o maior plantador de castanheiras na Colônia Japonesa de Tomé-Açu e, também, do estado do Pará. Atualmente, as propriedades de seus herdeiros possuem em torno de 10 mil castanheiras. A ideia de plantar castanheiras decorreu do fato de seu pai, ao adquirir o terreno do sr. Osamu Kondo, em 1974, ter se deparado com 490 castanheiras que foram plantadas em 1972, constituindo o lote de castanheiras mais antigo existente na sua propriedade (Takamatsu, 2006) – Figura 4.

Quando se tornou independente do pai, Seiya Takaki iniciou os plantios de castanheiras, em 1992, com 334 árvores, sendo que até 2003 ele tinha plantado 5,8 mil árvores. Inicialmente utilizava o espaçamento de 12 m x 12 m, com 69 árvores/ha, em SAF que englobava pimenteira-do-reino, mogno africano, nim, cupuaçuzeiro, cacauzeiro e açazeiro. O plantio das castanheiras foi feito junto com o da pimenteira; em seguida, após três anos, foi plantado o cacauzeiro. A castanheira aproveita o adubo e os tratamentos culturais das duas culturas consorciadas. Mais tarde mudou o espaçamento para 24 m x 24 m, perfazendo 17 árvores/ha.

A castanheira plantada pé-franco começou a produzir em torno de dez anos. A produtividade é de 3 kg de amêndoas/planta, sendo a coleta efetuada de 15 em 15 dias, realizada entre janeiro e março. Como as castanheiras estão plantadas na margem de uma estrada secundária, com grande trânsito de pessoas, há o desvio de grande quantidade de ouriços. Os ouriços pesam em média 870 g e o rendimento médio de amêndoas por ouriço é de 25%. No plantio do sr. Seiya Takaki, um ouriço produz em média 250 g de amêndoas. Cada ouriço contém, em média, 22 castanhas com casca. Um ouriço pequeno produz apenas 150 g de amêndoas. Na sua propriedade, uma pessoa consegue quebrar 150 kg de ouriços por dia de serviço.

O sr. Seiya Takaki desenvolveu processo singular de preparo de mudas a partir de ouriços inteiros deixados na sombra e com umidade apropriada e depois de um ano as mudas começam a surgir dos ouriços já semiapodrecidos. Essas pequenas mudas são retiradas e armazenadas em um saco plástico preto de 30 cm x 17 cm; após um ano, são levados para o plantio definitivo (Figura 5).



Fotos: Antônio Menezes

Figura 5. Evolução da germinação de sementes de castanheira a partir de ouriços intactos, mantidos à sombra e com umidade adequada, em Tomé-Açu.

Outro produtor dedicado à castanheira é o sr. Tomio Sasahara, que possui 128 árvores que produzem e 102 que não produzem, no espaçamento de 25 m x 25 m, como componente de SAFs que envolvem cupuaçuzeiro, cacauero, açazeiro, entre outras espécies. A produtividade da castanheira apresenta grande heterogeneidade. A castanheira mais produtiva da sua propriedade produziu 290 ouriços, perfazendo 67 kg de castanha com casca em uma safra, sendo que a produção média é de 45 kg de castanha com casca por árvore, com idade estimada de 35 a 40 anos. A produtividade de amêndoas é de 8,82 kg amêndoas/planta e a coleta é realizada de 20 em 20 dias, entre os meses de janeiro e março (Homma et al., 2014). Nos SAFs nos quais a castanheira e/ou a andirobeira participam como estrato superior ao cacauero e ao cupuaçuzeiro, foi observado que a produção das plantas sombreadas cai 50% depois de 10 anos. Em sua propriedade havia uma castanheira que foi tombada, com DAP (diâmetro à altura do peito) de 1,10 m e 15 m de fuste, que poderia ser utilizada como madeira, mas existem restrições legais quanto a esse uso. Esse produtor afirma que as primeiras castanheiras plantadas na Colônia Japonesa de Tomé-Açu, com mais de 80 anos, já não produzem, e muitas estão brocadas, confirmando a necessidade de uma política que vise ao seu aproveitamento madeireiro.

O Sr. Tomio Sasahara realiza também a produção de mudas a partir de ouriços e posterior replantio em sacos para mudas (Figura 5). Observa que as castanheiras levaram oito anos para iniciar a floração e somente com dez anos começaram a produzir, inicialmente com cerca de dez ouriços por árvore. Possui algumas castanheiras adultas que ainda não produziram nenhum fruto até o momento, por motivos desconhecidos.

Gastam-se cinco diárias para juntar as castanhas, com um carrinho de mão e com capacete de proteção. Não utiliza o sistema de empreita, pois, segundo o produtor, a coleta fica incompleta. A queda dos frutos é mais intensa no período de janeiro até fevereiro, equivalente a cerca de 80% da produção. Enquanto em um regime extrativista no Acre, para colher, quebrar e transportar 4,4 mil quilos de castanha, obtidos em 300 ha de floresta, gastam-se 60 dias/homem (Santos et al., 2002), com as castanheiras plantadas em SAFs, em Tomé-Açu, é possível obter essa mesma produção com 16 castanheiras/ha, em 6,11 ha, com gasto de 37,48 dias/homem.

O coletor retira castanha colocando o ouriço em um toco tipo pilão e efetua a quebra com uma machadinha de carpinteiro, obtendo um rendimento de 120 a 150 kg de castanha por dia de serviço. Cada ouriço tem entre 16 e 18 castanhas. Depois de

quebrada, ele efetua a lavagem e a secagem; em seguida, separa as castanhas miúdas em equipamento que adaptou a partir de uma debulhadeira para pimenta. Consegue limpar 20 sacos de castanha, pesando 60 kg por dia.

Belém

Em 1953, foi implantado um cultivo de castanheiras “pé-franco” na sede do Instituto Agrônômico do Norte (atual Embrapa Amazônia Oriental), tendo iniciado a produção aos 10 anos após o plantio. Em campo de prova, com castanheiras enxertadas em 1968, observou-se o início da produção, em algumas plantas, aos três anos e meio após a enxertia, tendo a produtividade aumentado a partir do sexto ano. Algumas plantas desse campo já apresentaram, aos onze anos após a enxertia, produção de 25 litros de castanha (Müller, 1981). Devido estar situado em área urbana, há intensa coleta por moradores locais, o que prejudica o controle da produção.

Cametá, Castanhal e Capitão Poço

No município de Cametá, na sede das instalações da Superintendência Federal de Agricultura, existe um castanhal remanescente de no máximo 2 ha que foi plantado há pelo menos 40 ou 50 anos, o qual escapou da derrubada pela expansão urbana.

No município de São Francisco do Pará, próximo a Jambu-Açu, no leito da antiga Estrada de Ferro Bragança, lado direito, sentido Igarapé-Açu, no final da década de 1980, foi realizado um plantio de 10 mil árvores de castanheiras enxertadas, em um espaçamento de 20 m x 20 m, em 400 ha, pela empresa Agrícola Pastoral Castanhal – Agrocasa Ltda., pertencente à Companhia Têxtil de Castanhal, com apoio da Sudam. Com idade aproximada de 10 a 12 anos, em 2003, essa área foi ocupada por posseiros e integrantes do Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra (MST), ocorrendo a destruição total dos plantios.

Tanto no município de Capitão Poço, na área pertencente à Secretaria de Estado de Agricultura do Estado do Pará (Sagri), quanto no município de Altamira, no Campo Experimental da Embrapa, situado no Km 23 da rodovia Transamazônica, lado direito, sentido Medicilândia, existem plantios de 300 castanheiras enxertadas, em franca produção. Esses plantios foram efetuados pela Embrapa Amazônia Oriental no final da década de 1970, mas hoje se encontram ocupados pela vegetação secundária e são utilizados por coletores ilícitos.

Eldorado do Carajás

No município de Eldorado do Carajás-PA, na Fazenda Bamerindus, foi realizado plantio de 500 ha de castanheiras, em um total de 59 mil hectares de área da propriedade, pertencente ao extinto Banco Bamerindus, do banqueiro José Eduardo de Andrade Vieira (1938-2015), ex-ministro da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária e ex-ministro da Indústria, do Comércio e do Turismo. Por não visualizarem lucro imediato com as castanheiras, a fazenda foi ocupada pelos posseiros e integrantes do MST em 1996, derrubando os plantios para roçados (Homma, 2012, 2014), culminando com a sua desapropriação pelo governo federal em 1998.

Estados de Rondônia, Acre e Minas Gerais

O Instituto Agrônômico do Norte iniciou as primeiras tentativas de enxertia da castanheira na década de 1950, com 90% de pegamento, tanto na sede em Belém como na Estação Experimental de Porto Velho, relatando a frutificação em 1959, com seis anos de idade (Pinheiro; Albuquerque, 1968). Em Machadinho d'Oeste, situado a 300 km de Porto Velho, na Fazenda Don Aro, do paranaense Giocondo Valle, existem 210 castanheiras pé-franco em produção, com 18 anos de idade e cinco anos em produção e 12 mil castanheiras com 12 anos de idade, plantadas em 2008.

A ocorrência de castanheiras plantadas pé-franco há mais de 30 anos também pode ser observada no distrito de Nova Califórnia, área pertencente ao município de Porto Velho-RO. Nessa localidade, agricultores do projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca) iniciaram plantios de consórcios agroflorestais em 1988/1989, com a castanheira consorciada com cupuaçuzeiro e pupunheira. De acordo com estudos de Silva (2018), a castanheira está entre as principais espécies plantadas em 67 SAFs estudados no ramal Baixa Verde, uma das estradas vicinais na região, na seguinte ordem de frequência: pupunheira (76,12%), cupuaçuzeiro (73,13%), andirobeira (44,78%), castanheira (41,79%) e açazeiro (38,81%).

Os modelos de consórcios são variados, porém, entre os mais representativos está aquele com o cupuaçuzeiro em linhas duplas, no espaçamento 4 m x 7 m x 14 m (240 plantas/ha), castanheira (12 m x 21 m – 40 plantas/ha); pupunheira para produção de sementes (duas plantas entre castanheiras, a cada 4 m – 80 plantas/

ha); e cultivos anuais nos dois anos iniciais do sistema (Oliveira et al., 2016). Existem esquemas de plantio com variações na quantidade de plantas por hectare dessas três espécies (Lunz; Melo, 1998; Sá et al., 2000).

Nesses SAFs se destaca a densidade de castanheiras em relação à floresta nativa. Oliveira et al. (2010) observaram que as espécies utilizadas na implantação dos sistemas foram: cafeeiro Conilon (espaçamento 3 m x 3 m – 793 plantas/ha); castanheira-da-amazônia (15 m x 15 m – 49 plantas/ha); e cupuaçuzeiro (6 m x 6 m – 247 plantas/ha). Supondo que, mesmo com sobrevivência de 50% das árvores ao longo dos anos, em 1 ha de sistema agroflorestal o número de castanheiras seria bastante superior ao encontrado em floresta natural. De acordo com Salomão (1991) e Wadt et al. (2005), a densidade da castanheira-da-amazônia (DAP \geq 10 cm) citada na literatura varia de 1,3 indivíduo.ha⁻¹ a 5,1 indivíduos.ha⁻¹ em diferentes regiões da Amazônia.

Em 1996, o Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras (Ufla), Minas Gerais, efetuou um plantio experimental de 90 castanheiras, com sementes provenientes do estado de Mato Grosso, sendo que em 2019 ocorreu a primeira produção de castanha desse plantio. Embora essa produção tenha demorado o dobro do tempo, em comparação a plantios na Amazônia, atesta a possibilidade de plantios fora da região de ocorrência natural da espécie no país, o que pode representar um avanço científico e tecnológico (Universidade Federal de Lavras, 2022).

Singapura, Malásia e Trinidad e Tobago

Almeida (2017), em sua exaustiva tese de doutorado, relata as tentativas, sem sucesso, de plantio de castanheiras em Trinidad e Tobago, Sri Lanka, Singapura e Malásia no início do século XX. Das árvores com reconhecida importância econômica da Amazônia, a castanheira não obteve o mesmo resultado em plantios em grande escala no exterior, tal como ocorreu com a cinchona, o cacauzeiro e a seringueira. Burkill (1935) afirma que, no Jardim Botânico em Singapura, a castanheira foi introduzida em 1881, e foram efetuadas outras introduções em anos posteriores. Comenta-se que a primeira frutificação tenha ocorrido em 1897, porém menciona em outra referência que foi em 1902. Esse autor afirma que em 1935 quatro castanheiras existentes no setor Economic Garden e outras duas nas proximidades frutificavam satisfatoriamente, e que outras duas castanheiras isoladas não frutificavam, chegando à conclusão de serem árvores estéreis. Relata

ainda que foram feitas tentativas de disseminar as sementes de castanheiras de Singapura para diversas partes da Malásia, mas que não obtiveram êxito.

Burkill (1935) também faz menção à presença de castanheiras em Sri Lanka, que frutificaram pela primeira vez em 1900, com a idade de oito anos. Em 1912, foi feita a introdução de castanheiras em Kuala Lumpur, tendo frutificado em 1921. É importante ressaltar que a castanheira não despertou o interesse dos colonizadores ingleses no Sudeste Asiático e na África, a despeito de as sementes serem exportadas desde a época colonial até a década de 1960, sem sofrer nenhum processo de beneficiamento, mantendo a integridade para a sua germinação.

Viabilidade da produção de frutos e madeira em plantios

Além da produção de frutos, a castanheira pode ser usada para produção de madeira, para restaurar áreas de preservação permanentes (APPs) e áreas de reserva legal (ARLs) e contribuir com o sequestro de carbono.

As características fisiológicas da castanheira relacionadas à produção, seja de madeira, seja de frutos, ainda precisam ser estudadas e compreendidas, para então ser possível viabilizar plantios eficientes em produção precoce e de alto desempenho de crescimento e de qualidade da madeira. Embora informações sobre os aspectos ecofisiológicos da castanheira-da-amazônia ainda sejam escassas, no que se refere à fisiologia da produção, pesquisas sobre as respostas ecofisiológicas da espécie em diferentes fases de crescimento, diferentes condições ambientais e/ou de cultivo e diferentes sistemas de plantios vêm sendo realizadas com maior frequência. Esses estudos sugerem que a espécie apresenta respostas bastante promissoras para a alta irradiância, a deficiência hídrica e as limitações nutricionais em condições controladas e em plantios no campo (Moraes et al., 2007; Ferreira et al., 2009, 2016; Lopes et al., 2019; Schimpl et al., 2019; Costa et al., 2020). Essas pesquisas apontam para a eficiência da castanheira no uso dos recursos primários, com foco na tolerância dos indivíduos de *Bertholletia excelsa* sob condições adversas. Essas pesquisas também apontam para a alta plasticidade funcional da espécie, aspecto que tem implicações práticas para o âmbito da silvicultura e do manejo de plantios, uma vez que essa flexibilidade funcional e essa adaptação a faixas mais amplas de disponibilidade de recursos permitem aumentar a confiança no sucesso dos plantios, mesmo em condições encontradas na restauração de áreas degradadas, por exemplo. A seguir são fornecidos alguns coeficientes adicionais para a produção de frutos e madeira.

Produção de frutos

Considerando a média de 2016 a 2018, o Brasil produziu o equivalente a 30.810 t de castanha com casca (Tabela 2). Tomando como base a produtividade média do plantio do sr. Tomio Sasahara, de 45 kg de castanha com casca/planta ou 4,5 mil quilos de castanha com casca/ha, seriam necessários 6.846 ha de plantio em monocultivo para igualar à produção extrativa. Trata-se, sem dúvida, de uma previsão otimista da produção, a despeito de que na propriedade do sr. Sasahara a castanheira mais produtiva produziu 290 ouriços, perfazendo 67 kg de castanha com casca em uma safra. É necessário considerar também que, devido ao longo tempo de maturação dos frutos, ocorre a alternância de safras em todo o castanhal, com aproximadamente 50% em produção e a outra metade em descanso. Adotando ainda a premissa de plantios em SAFs, com 40 ou 50 castanheiras por hectare e 50% em produção, esta produção anual seria o equivalente à metade do sistema em monocultivo.

Com esse revezamento na produção, considerando 50% de castanheiras produtivas para determinado ano e 50% em descanso, calcula-se que no máximo 20 mil hectares seriam suficientes para dobrar a atual produção de castanha no Brasil.

Tabela 2. Quantidade produzida na extração vegetal de castanha-da-amazônia com casca, em diferentes estados de ocorrência no Brasil (em t.).

Estado	1986	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil	36.136	51.195	40.216	33.431	30.975	40.357	40.643	34.903	23.357	34.170	32.905	33.118
Rondônia	1.165	1.472	792	6.508	2.710	1.797	1.944	2.055	1.865	12.161	1.878	1.920
Acre	10.191	17.497	9.367	8.247	11.142	12.362	14.038	8.742	4.790	7.726	7.297	6.769
Amazonas	3.583	13.059	15.727	7.823	8.985	16.039	13.983	15.183	10.011	7.681	12.182	11.707
Roraima	926	7	--	34	91	106	155	161	322	2.230	1.940	1.982
Pará	17.297	16.235	12.215	8.935	6.814	8.128	7.967	6.866	4.186	2.179	6.977	8.643
Amapá	2.400	2.250	1.858	1.639	860	447	473	489	476	1.755	405	416
Mato Grosso	573	674	258	245	373	1.477	2.082	1.407	1.706	437	2.226	1.682

Fonte: IBGE (2021).

Dados de produção estão sendo coletados na Agropecuária Aruanã desde 2013, com participação dos clones Manoel Pedro, Aruanã, Santa Fé, 606 e 609, sendo os dois primeiros os mais produtivos (Passos, 2014). Essa informação é bastante relevante em termos de orientação para os futuros plantios no estado do Amazonas, para os quais se recomenda a escolha dos clones mencionados (Tabela 3). No entanto, é importante ressaltar que não se deve planejar plantios com um número reduzido de clones, sendo necessária a identificação de outros clones promissores para ampliar a base genética.

Tabela 3. Número médio de frutos (desvio-padrão) de dez árvores por clone, estimado nas safras de 2013, 2016, 2017 e 2020, nos plantios de castanheiras da Agropecuária Aruanã.

Clones	Safra 2013 (Passos, 2014)	Safra 2016	Safra 2017	Safra 2020	Produção Média (4 safras)
609	8,9 (8,8)	21,9 (18,2)	39,8 (46,7)	24,2 (21,0)	23,7 (12,7)
Aruanã	64,7 (58,8)	68,0 (59,2)	29,4 (28,8)	110,3 (81,0)	68,1 (33,1)
606	30,3 (54,6)	20,6 (20,9)	24,9 (45,4)	37,0 (36,8)	28,2 (7,1)
Manoel Pedro	80,0 (44,9)	94,4 (70,9)	17,0 (18,7)	125,2 (54,5)	79,2 (45,5)
Santa Fé	20,5 (21,3)	68,4 (30,5)	14,2 (10,7)	91,9 (61,8)	48,8 (37,6)

Considerando os seis clones citados, a média de produção em quatro anos de safra variou de 23 a 79 frutos/árvore. O clone Manoel Pedro, considerado o mais produtivo, variou de 17 a 125 frutos/árvore. Utilizando os coeficientes da Agropecuária Aruanã, de que mil ouriços produzem 138 kg de castanha com casca e 73,3 kg de castanha descascada, isso indicaria que, por hectare, em monocultivo, seria possível produzir entre 13,80 t de castanha com casca e 7,33 t de castanha sem casca, em uma densidade de 100 árvores por hectare. Outra variável que afeta a produção de castanha está relacionada com as secas anormais, como ocorreu em 2008/2009 e 2014/2015. Esta última afetou também a produção boliviana, tendo os exportadores desse país visitado o estado do Pará interessados na aquisição de castanha.

O resultado dos plantios não seria no curto prazo, pois são necessários de 15 a 20 anos para atingir a produtividade estabilizada. Para amortizar o investimento inicial, recomenda-se o plantio de castanheiras em SAFs, envolvendo outras culturas anuais iniciais (mandioca, milho, caupi); semiperenes, como maracujazeiro, mamoeiro e melão; e perenes, como pimenteira do reino, cacauzeiro, cupuaçuzeiro e açazeiro, de acordo com o potencial de mercados locais. Há risco de furtos, que seria minimizado com a expansão dos plantios, tornando disponível para os moradores das vizinhanças, contudo, evitando o plantio próximo de residências rurais ou ao longo de estradas.

Com a atualização em 2012 do Código Florestal (Brasil, 2012), com normativas referentes à recomposição de áreas de reserva legal (ARLs) e áreas de preservação permanente (APPs), o plantio de castanheira seria uma forma de aproveitar essas áreas destinadas à conservação, redundando no longo prazo em um *extrativismo domesticado*. Como a recomposição implica a redução da área agricultável da propriedade – de 35% até 80%, conforme o bioma e a existência ou não de plano de zoneamento econômico-ecológico (ZEE) – e custos para o plantio e a manutenção, dar um sentido econômico para essas áreas com cobertura florestal é uma alternativa interessante. Nesse sentido, torna-se necessário o plantio de castanheiras no âmbito de um programa de reflorestamento e a conservação dos castanhais nativos como reserva de material genético e garantia de renda para os produtores extrativistas.

Produção de madeira de castanheira via reflorestamento

A castanheira é uma espécie de uso múltiplo, que no passado, em função da qualidade de sua madeira, foi muito explorada. Com a promulgação do Decreto nº 5.975 (Brasil, 2006), o corte da castanheira é proibido em florestas naturais, primitivas e de regeneração natural, devido a grande importância das amêndoas para a economia extrativista da Amazônia e, também, para a conservação *in-situ* da espécie. Uma possível via de uso da madeira é por meio de projetos de reflorestamento, com iniciativas promissoras que indicam a viabilidade de plantios para este fim. Desbastes comerciais foram realizados aos 15 anos na Agropecuária Aruanã, com a madeira sendo comercializada para fabricação de tonéis para envelhecimento de bebidas (Figura 6).



Figura 6. Projeto de reposição florestal, com aproveitamento da madeira desbastada de castanheiras aos 15 anos de idade na Agropecuária Aruanã.

Resultados de crescimento da castanheira aos 10 e aos 15 anos de idade indicam que a madeira proveniente de plantios possui propriedades físicas e mecânicas semelhantes à da madeira de árvore nativa, conforme pesquisado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1989). Estudos das propriedades da madeira proveniente de plantios são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Propriedades físicas da madeira de reflorestamento de castanheira-da-amazônia obtida de desbaste em plantios na Agropecuária Aruanã, em Itacoatiara-AM. MOR = Módulo de ruptura, medido em mega Pascal (Mpa); MOE = Módulo de elasticidade.

Tipo	Idade (anos)	Densidade aparente (g.cm ⁻³)	Teor Umidade (%)	Retração Tangencial (%)	Retração Radial (%)	Coef. Anisotropia	MOR (MPa)	MOE (MPa)
Plantio	10	0,69	14,1	8,12	4,53	1,79	108,5	13474,9
Plantio	15	0,73	14,3	9,27	5,44	1,70	104,9	13226,8
Nativa (IPT,1989)	~40	0,75	15,0	8,40	4,30	1,95	116,0	12553

Fonte: Adaptado de Souza (2016).

De acordo com Moreschi (2010), a classe de qualidade da madeira pode ser definida segundo o fator de anisotropia, que é a relação entre a retratibilidade na direção tangencial dividida pela mesma propriedade na direção radial, a qual influi no comportamento durante o processo de secagem. As madeiras consideradas excelentes, com ocorrência reduzida de empenamento e rachaduras durante a secagem, têm fator de anisotropia de 1,2 a 1,5; as madeiras classificadas como normal, de 1,6 a 1,9; e as madeiras de baixa qualidade, >2,0. A madeira da castanheira plantada é, portanto, classificada dentro do padrão de normalidade quanto ao fator de anisotropia (Tabela 4).

Resultados obtidos por Lima (2011) indicam que 1 ha de castanheiras plantadas no Amazonas aos nove anos de idade pode reter em sua parte aérea 67,05 Mg de carbono (1 Mg = 1 t), com incremento médio anual de 7,45 Mg.ha⁻¹; e na sua estrutura radicular, 13,86 Mg.ha⁻¹ (Lima; Vinhote, 2011).

Na Tabela 5, apresentam-se dados de crescimento da espécie obtidos em plantios em vários estados na Amazônia e a respectiva estimativa do sequestro de carbono.

Tabela 5. Valores médios estimados do crescimento e sequestro de carbono da *Bertholletia excelsa* em plantios na Amazônia. $C=V.(D/2)$, em que C – carbono, V – volume, D – densidade da madeira (0,63 g.cm⁻³, quando não informado na fonte) e Mg – Mega grama, equivalente a 1 t. de carbono. Biomassa estimada por método destrutivo, carbono = biomassa*0,50.

Local	Idade (anos)	Espaço. arv ⁻¹ (m ²)	Altura total (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ .ha.ano)	Carbono (Mg.ha.ano)	Fonte
Amazonas	9	7,5	15,9	17,4	32,5462	7,4500 ²	Araujo Filho (2008) e Lima (2011)
Amazonas	10	7,5	17,83	21,09	22,6933	7,8292	Souza (2016)
Amazonas	11	9,0	13,9	13,6	14,9454	4,7078	Souza et al. (2008)
Amazonas	15	7,5	20,89	27,53	29,0221	10,5931	Souza (2016)
Amazonas	27	9,0	-	21,9	8,7670	2,7616	Machado et al. (2017)
Pará	6,5	6,0	7,5	11,8	8,7046	2,7419	Yared et al. (1988)
Pará	17	6,25	17,9	20,0	22,8012	7,1824	Sudam (1979)
Rondônia	10	144,0	-	22,1	23,6960	8,29	Vieira et al. (1998)
Roraima	7	8,5	11,3	13,5	14,6429	4,6125	Tonini et al. (2005)

As experiências de plantio da castanheira-da-amazônia (Tabela 5) demonstram a viabilidade da espécie para projetos de reflorestamento. A qualidade da madeira da espécie a partir de reflorestamento indica seu potencial para uso comercial, tais como embalagens, *pallets* e pequenos objetos de madeira, e com algumas limitações para uso estrutural. Essa madeira pode ser obtida nos desbastes iniciais, aos 5, 10, 15 e 20 anos, deixando, a partir de 25 anos, as árvores remanescentes para a produção de frutos.

Considerações finais

Nas últimas nove décadas, ocorreram diversas experiências de plantio de castanheiras, sobretudo nos estados do Pará e Amazonas. São plantios realizados por médios e grandes produtores e instituições de pesquisa, mas existem também dezenas de pequenos produtores que efetuaram plantios isolados que estão espalhados em toda a Amazônia. No entanto, o longo tempo para o início da frutificação e o retorno do capital investido no plantio, a necessidade de tratamentos culturais até sua consolidação, a indisponibilidade de material genético selecionado, o risco de entrada de fogo acidental, a insegurança fundiária e a existência de outras alternativas econômicas mais competitivas são todos fatores que têm restringido a expansão dos plantios. O tempo exigido para o retorno do capital no plantio de castanheira em monocultivo pode ser superior a 20 anos.

Também são necessários estudos econômicos atuais quanto à economicidade do plantio de castanheiras pé-franco ou enxertadas em monocultivos, ou em SAFs. Depreende-se que os SAFs utilizados pelos colonos nipo-brasileiros em Tomé-Açu, Pará, podem ser uma opção apropriada para o plantio de castanheiras em pequenas e médias propriedades em comparação com a Agropecuária Aruanã, Itacoatiara-AM, que adotou o monocultivo. No entanto, esses plantios silviculturais, com o aporte de recursos adicionais, advindos da negociação de projetos no mercado de carbono, podem torná-los mais atraentes.

Com a redução da oferta extrativa, decorrente da derrubada de castanheiras, que começa a se refletir a partir da década de 1980, e da existência de um mercado nacional e externo em expansão, surgiram novas experiências de plantio, com maior inclusão das informações geradas pela pesquisa.

Os movimentos ambientais (nacionais e internacionais), os organismos de cooperação internacional, o Ministério do Meio Ambiente e as instituições de pesquisa (nacionais e estrangeiras) têm apoiado o extrativismo da castanha-da-amazônia e a padronização do seu nome comum. Nesse contexto, o extrativismo da castanha é visto como um instrumento ou uma estratégia para promover o desenvolvimento sustentável. Há mercado para dobrar a atual produção extrativa, que seria possível mediante o plantio mínimo de pelo menos 20 mil hectares em SAFs. Por ser árvore perene, poderia ser utilizada para recompor o passivo ambiental das APPs e ARLs, gerando alternativa de renda em médio e longo prazo. No entanto, quanto ao apoio para o plantio de castanheiras, este, em grande parte, decorre de recursos próprios ou de crédito associado para outros cultivos composito SAFs, não havendo políticas ou programas específicos para fomentar o plantio da castanheira.

A despeito da imagem extrativa e de não existirem estatísticas oficiais, estima-se que pelo menos 3 a 5% da produção de castanha-da-amazônia é proveniente de plantios. Espera-se, no longo prazo, o aumento da participação da castanha proveniente de plantios, tanto de pequenos como de médios e grandes produtores. Por ser uma planta totalmente dependente de polinização por insetos, a viabilidade de seus plantios vai depender da existência de reservas de vegetação secundária ou de floresta nas vizinhanças, para garantir a sobrevivência dos polinizadores durante o ano, e de efetuar plantios de pé-franco ou enxertia com clones diversificados. Dessa forma, mesmo a produção de castanha a partir de plantios pode fazer parte de uma estratégia de apoio a paisagens rurais mais sustentáveis, pois a produtividade desses plantios dependerá da conservação de áreas florestais próximas ou intercaladas.

Propostas singulares de pesquisa para avaliação de material genético de castanheiras deveriam privilegiar, em um primeiro momento, a observação de castanheiras *in-situ* e *on-farm*, para ganhar tempo, enquanto se avança na experimentação *ex-situ*, uma vez que estes resultados são bastante demorados. O acompanhamento dos atuais plantios existentes, testando os níveis de adubação de macro e micronutrientes, a medição dos níveis de selênio na castanha de diferentes locais da Amazônia e dos castanhais plantados para frutos, silvicultura e características ecofisiológicas são algumas prioridades para a pesquisa.

Referências

ALMEIDA, J. J. **A castanha do Pará na Amazônia: entre o extrativismo e a domesticação**. Jundiá: Paco Editorial, 2017. 396 p.

ARAÚJO FILHO, C. A. R. **Ajuste de equações hipsométricas e volumétricas em plantio homogêneo de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* K.) na Amazônia Central**. 2008. 46 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado do Amazonas, Itacoatiara.

ALVES, R. J. V.; WEKSLER, M.; OLIVEIRA, J.; BUCKUP, P. A.; POMBAL JUNHOR, J. P.; SANTANA, H. R. G.; PERACCHI, A. L.; KELLNER, A. W. A.; ALEIXO, A.; LANGGUTH, A.; ALMEIDA, A. M. P. de; ALBERNAZ, A. L.; RIBAS, C. C.; ZILBERG, C.; GRELLE, C. E. V.; ROCHA, C. de; LAMAS, C. J. E.; HADDAD, C. F. B.; BONVICINO, C. R.; PRADO, C. P. A.; LIMA, D. O. de; ROSSA-FERES; D. C.; SANTOS, F. R. dos; SALIMENA, F. R. G.; PERINI, F. A.; BOCMANN, F. A.; FRANCO, F. L.; GIUDICE, G. M. L.; COLLI, G. R.; VIEIRA, I. C. G. MARINHO-FILHO, J.; WERNECK, J. M. C. F.; SANTOS, J. A. dos; NASCIMENTO, J. L. do; NESSIMIAN, J. L.; CORDEIRO, J. L. P.; CLARO, K. del; SALLES, L. O.; CASSATA, L.; PY-DANIEL, L. H. R.; SILVEIRA, L. F.; TOLEDO, L. F.; OLIVEIRA, L. F. de; MALABARBA, L. R.; SILVA, M. D. da; COURI, M. S.; MARTINS, M.; TAVARES, M. D. S.; SBRAL, M. E. G.; VIEIRA, M. V.; OLIVEIRA, M. de L.; PINNA, de M.; KOPKINS, M. J. G.; SOLE, M.; MENEZES, N.; A.; PASSOS, P.; D'ANDREA, P. S.; PINTO, P. C. E. A.; VIANA, P. L.; TOLETO, P. M.; REIS, R. E.; VILELA, R.; BASTOS, R. P.; COLLEVATTI, R.; CERQUEIRA, R.; CASTROVIEJO-FISHER, S.; CARAMACHI, U. Brazilian legislation on genetic heritage harms Biodiversity Convention goals and threatens basic biology research and education. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1279-1284, abr./jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820180460>.

BARROS, A. V. L.; HOMMA, A. K. O.; TAKAMATSU, J. A.; TAKAMATSU, T.; KONAGANO, M. Evolução e percepção dos sistemas agroflorestais desenvolvidos pelos agricultores nipo-brasileiros do município de Tomé-açu, estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 5, n. 9, p. 7-37, jul./dez. 2009.

BOCKMANN, F. A.; RODRIGUES, M. T.; KOHSLDORF, T.; STRAKER, L. C.; GRANT, T.; PINNA, M. C. C. de; MANTELATTO, F. L. M.; DATOVO, A.; POMBAL JUNIOR, P. B.; MCNAMARA, J. C.; ALMEIDA, E. A. B. de; KLEIN, W.; HSIU, A. S.; GROppo, M.; CORRÊA, I. M. C.; AMORIM, D. de S. Brazil's government attacks biodiversity. **Science**, v. 360, n. 6391, p. 865, May 2018. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aat7540>.

BRASIL. Decreto nº 5.975 de 30 de novembro de 2006. Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4o, inciso III, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2o da Lei no 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nos 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 1 jan. 2006. Seção 1, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Decreto nº 8.772 de 11 de maio de 2016. Regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 12 maio 2016, Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8772.htm. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 28 maio 2012, Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 20 jun. 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Lei nº 13123 de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 21 maio 2015, Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 1, de 5 de setembro de 1996. Dispõe sobre a reposição florestal obrigatória e sobre o plano integrado florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 6 set. 1996, Seção 1, p. 17696-17699. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0001-050996.PDF>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BURKILL, I. H. **A dictionary of the economic products of the Malay Peninsula**. London: Governments of the Straits Settlements: Federated Malay States, 1935. V. 2, 2402 p.

COSTA, K. C. P.; JAQUETTI, R.; GONCALVES, J. F. C. Special issue in honour of Prof. Reto J. Strasser Chlorophyll a fluorescence of *Bertholletia excelsa* Bonpl. plantations under thinning, liming, and phosphorus fertilization. **Photosynthetica**, v. 58, p. 138-145, 2020. DOI: <https://doi.org/10.32615/ps.2019.146a>.

FERREIRA FILHO, C. **Amazônia em novas dimensões**. Rio de Janeiro: Conquista, 1961. 271 p.

FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. C.; FERRAZ, J. B. S. Photosynthetic parameters of young Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H. B.) plants subjected to fertilization in a degraded area in Central Amazonia. **Photosynthetica**, v. 47, p. 616-620, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11099-009-0088-2>.

FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. de C.; FERRAZ, J. B. S.; SANTOS JUNIOR, U. M. dos; RENNENBERG, H.; Clonal variation in photosynthesis, foliar nutrient concentrations, and photosynthetic nutrient use efficiency in a Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) plantation. **Forest Science**, v. 62, n. 3, p. 323-332, June. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5849/forsci.15-068>.

HOMMA, A. K. O. **A imigração japonesa na Amazônia**: sua contribuição ao desenvolvimento agrícola. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 217 p.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia**: história, ecologia, economia e domesticação. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 468 p.

HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? **Estudos Avançados**, v. 74, n. 26, p. 167-186, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100012>.

HOMMA, A. K. O.; FERREIRA, A. da S.; FREITAS, M. C. da S.; FRAXE, T. de J. P. (org.) **Imigração japonesa na Amazônia**: contribuição na agricultura e vínculo com o desenvolvimento regional. Manaus: Edua, 2011. 450 p.

HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A.; MAUÉS, M. M. Castanheira-do-pará: os desafios do extrativismo para plantios agrícolas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 9, n. 2, p. 233-246, 2014. DOI: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v9i2.526>.

HOMMA, A. K. O.; NAKANO, Y.; ISHIZUKA, Y. (ed.) **Imigração japonesa no estado do Amazonas (1927-1942)**. Belém, PA: Edição do Autor, 2021. 411 p.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**: tabela 289: Quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal, por tipo de produto extrativo. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>. Acesso em: 20 jul. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo, 1989. 418 p.

KITAMURA, P. C.; MÜLLER, C. H. **Castanhais nativos de Marabá-PA**: fatores de deprecação e bases para a sua preservação. Belém: Embrapa-CPATU, 1984. 32 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 30). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/381689>. Acesso em: 20 jul. 2021.

LIMA, R. M. B. de. Estimativa da biomassa aérea de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. e Bonpl.) em plantios homogêneos no estado do Amazonas. In: SEMINÁRIO PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA E BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS DAS PESQUISAS DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 1., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. p. 57-61. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 88). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/907615>. Acesso em: 20 abr. 2021.

LIMA, R. M. B. de; VINHOTE, E. G. Estimativa da biomassa subterrânea em plantios homogêneos de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonp.) na Amazônia Central. In: ESCOLA DE MODELOS DE REGRESSÃO, 12., 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2011. p. 287. Pôster 352. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/913484>. Acesso em: 20 abr. 2021.

LOPES, J. de S. COSTA, K. C. P. da; FERNANDES, V. S.; GONÇALVES, J. F. de C. Functional traits associated to photosynthetic plasticity of young Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) plants. **Flora**, v. 258, Article number 151446, Sept. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151446>.

LUNZ, A. M. P.; MELO, A. W. F. de. **Monitoramento e avaliação dos principais desenhos de sistemas agroflorestais multiestratos do projeto Reça**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 1998. 4 p. (Embrapa Acre. Pesquisa em Andamento, andamento, 134). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/492881>. Acesso em: 21 jul. 2021.

MACHADO, M. R.; SOUZA, R. C.; SAMPAIO P. T. D.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. e Bonpl.). **Biota Amazônia**, v. 7, n. 3, p. 41-44, jan. 2017. DOI: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v7n3p41-44.

MORAIS, R. R.; GONÇALVES, J. F. de C.; SANTOS JÚNIOR, U. M. dos; DUNISCH, O.; SANTOS, A. L. W. dos. Chloroplastid pigment contents and chlorophyll a fluorescence in Amazon tropical three species. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 959-966, Oct. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000500020>.

MORESCHI, J. C. **Propriedades da madeira**: manual didático. 3. ed. Curitiba: Ed. da UFPR, 2010. 194 p.

- MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e frutificação da castanha-do-brasil**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1984. 78 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/387228>. Acesso em: 20 jul. 2021.
- MÜLLER, C. H. **Castanha-do-brasil: estudos agronômicos**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1981. 25 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/379778>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- MÜLLER, C. H.; RODRIGUES, I. A.; MÜLLER, A. A.; MÜLLER, N. R. M. **Castanha-do-brasil: resultados de pesquisa**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1980. 25 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/378091>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- NASCIMENTO, C.; HOMMA, A. **Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1984. 282 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/386339>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- OLIVEIRA, T. K. de; SÁ, C. P. de; OLIVEIRA, T. C. de; LUIZ, S. A. da. **Caracterização de dois modelos de consórcios agroflorestais, índices técnicos e indicadores de viabilidade financeira**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2010. 44 p. (Embrapa Acre. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 45).
- OLIVEIRA, T. K.; ARCO-VERDE, M. F.; SILVA, D. V. da; BARADALES, N. G. **Descrição e análise financeira de um consórcio agroflorestal com cupuaçu, pupunha e castanheira (Projeto Reca – Rondônia)**: BR SAF RO 01. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 195). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1062936>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- PASSOS, R. M. de O. **Características biométricas, edáficas, nutricionais e produção de frutos de castanha-da-amazônia em plantios clonais na Amazônia Central**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- PINHEIRO, E.; ALBUQUERQUE, M. Castanha-do-pará. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Livro Anual da Agricultura**. Brasília, DF: Mapa, 1968. p. 224-233.
- SÁ, C. P. de; SANTOS, J. C. dos; LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. **Análise financeira e institucional dos três principais sistemas agroflorestais adotados pelos produtores do Reca**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 12 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 33). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/503349>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- SALOMÃO, R. D. P. I. Estrutura e densidade de *Bertholletia excelsa* H&B. (“Castanheira”) nas regiões de Carajás e Marabá, Estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Série Botânica**, v. 7, n. 1, p. 47-68, 1991.
- SANTOS, J. C. dos; VEIGA, S. A.; SÁ, C. P. de; WADT, L. H. de O.; NASCIMENTO, G. C. do; SILVA, M. R. da. **Estimativa de custo de coleta e rentabilidade para sistema extrativo de castanha-do-brasil no Acre, safra 2001/2002**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2002. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 156). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/497734>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- SCHIMPL, F. C.; FERREIRA, M. J.; JAQUETTO, R. K.; MARTINS, S. C. V.; GONÇALVES, J. F. de C. Physiological responses of young Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) plants to drought stress and subsequent rewatering. **Flora**, v. 252, p. 10-17, Mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.02.001>.

- SILVA, D. V. da. **Caracterização de consórcios, variabilidade de atributos do solo e desempenho produtivo do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais no Projeto Reca**. 2018. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.
- SOUZA, C. R. de; LIMA, R. M. B. de; AZEVEDO, C. P. de; ROSSI, L. M. B. Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 77, p. 7-14, mar. 2008. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/176297/1/cap01.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- SOUZA, M. N. de. **Volumetria e qualidade da madeira de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em plantios na Amazônia Central**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- SUDAM. **Características silviculturais de espécies nativas e exóticas dos plantios do Centro de Tecnologia Madeireira**: – Estação Experimental de Curuá-Una. Belém, PA: Sudam, 1979. 351 p.
- TAKAMATSU, J. A. **Plantio de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK) no município de Tomé-Açu**. In: WORKSHOP REGIONAL DA CASTANHA-DO-BRASIL: PESQUISA, PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006.
- TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SÁ, S. P. P. de. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima: andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), ipê-roxo (*Tabebuia avellanadae* Lorentz ex Griseb) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazonica**, v. 35, n. 3, p. 356-362, set. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000300008>.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS –UFLA. Primeiro plantio de castanha-do-brasil fora de região amazônica, realizado na Ufla, foi destaque do Balanço no Campo. **Minuto do Câmpus**, 25 mar. 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/uflabr/videos/primeiro-plantio-de-castanha-do-brasil-fora-de-regi%C3%A3o-amaz%C3%B4nica-realizado-na-ufl/383130815853642/>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; SOUZA, V. F. de. **Crescimento de castanha-do-brasil em dois sistemas de cultivo**. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1998. (Embrapa Rondônia. Boletim de Pesquisa, 22). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/700021>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- WADT, L. H. de O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 211, n. 3, p. 371-384, June 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.061>.
- WADT, L. H. O.; KAINER, K. A. Domesticação e melhoramento de castanha. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (ed.). **Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2009. p. 297-317. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/511908>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- YARED, J. A. G.; KANASHIRO, M.; CONCEIÇÃO, J. G. L. da. **Espécies florestais nativas e exóticas: comportamento silvicultural no planalto do Tapajós – Pará**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1988. 29 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 49). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/381194>. Acesso em: 21 jul. 2021.