

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DE FRUTOS E SEMENTES EM ACESSOS DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL

Data de aceite: 03/06/2024

Walnice Maria Oliveira do Nascimento

Eng^a Agrônoma, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil

Lucas Rozendo de Lima Silva

Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia

Caio Xavier dos Santos

Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia

Ester Costa Franco

Graduanda do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia

brasil é proveniente do extrativismo em áreas nativas. Os projetos de pesquisas e desenvolvimento realizados com a castanheira-do-brasil pelas instituições na Amazônia são relativamente recentes. O trabalho de pesquisa com a espécie *B. excelsa* está voltado para a seleção de plantas com alta produtividade de frutos em áreas de ocorrência natural e em áreas de cultivo, as quais vêm sendo clonadas e avaliadas. Com objetivo de identificar futuros descritores para a espécie, o trabalho realizou a caracterização morfológica em frutos e sementes em dez acessos de *Bertholletia excelsa* pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental. Para a caracterização foram utilizados frutos dos acessos com os seguintes nomes fantasia: Manoel Pedro-1, Manoel Pedro-2, Santa Fé-1, Santa Fé-2, Cpatu-606, Cpatu-609, Cpatu-612, Cpatu-614, Cpatu-710 a Cpatu 722. A caracterização dos frutos foi efetuada com base em uma amostra casual de cinco frutos por clone, os quais foram individualmente analisados quanto às seguintes características: massa (g), diâmetro longitudinal, diâmetro transversal (cm), espessura do pericarpo (cm), massa da semente, massa das amêndoas (g),

RESUMO: A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpht.) é espécie arbórea da família botânica Lecythidaceae, nativa emergente da floresta Amazônica sendo a única espécie do gênero *Bertholletia*. Apresenta ampla distribuição em florestas de terra firme da Bacia Amazônica. Nativa das Guianas, Bolívia, Venezuela e Brasil. Apresenta multiplicidade de uso múltiplo, isto é, pode ser manejada tanto para a produção de frutos quanto para madeira. Apesar dos esforços de pesquisas com a espécie a grande parcela da produção mundial de amêndoas de castanha-do-

número de quinas e número de sementes por fruto. Os dados obtidos foram analisados por meio de estatística simples, envolvendo médias, máximos, mínimos e desvio padrão. Entre as doze características morfométricas avaliadas em frutos e sementes, as maiores variações foram obtidas na determinação da massa do fruto, número de sementes por fruto, massa da semente e da amêndoa. Esses caracteres devem ser recomendados como futuros descritores morfológicos para a castanheira-do-brasil. A morfometria de frutos e sementes de *Bertholletia excelsa* permite a identificação de variabilidade genética entre os acessos estabelecidos na coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.

PALAVRAS-CHAVE: *Bertholletia excelsa*, descritores, diversidade, morfológico.

INTRODUÇÃO

A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpht.) é espécie arbórea da família botânica Lecythidaceae, nativa emergente da floresta Amazônica sendo a única espécie do gênero *Bertholletia*. Apresenta ampla distribuição em florestas de terra firme da Bacia Amazônica. Nativa das Guianas, Bolívia, Venezuela e Brasil. A espécie apresenta multiplicidade de uso múltiplo, isto é, pode ser manejado tanto para a produção de frutos, quanto para o uso da madeira. A produção mundial de castanha-do-brasil vem sofrendo queda desde a década de 80, devido principalmente aos problemas de desmatamento da floresta amazônica, preços baixos e falta de política para incentivo à produção (NASCIMENTO et al., 2010). No cenário de produção mundial, a Bolívia tem exercido papel de dominância no mercado, sendo expressiva a quantidade exportada e, na tecnologia de produção é responsável por 71% do mercado de amêndoa processada. O Brasil possui apenas 18% desse nicho e ficando o Peru com os outros 11%. Sendo esses três os países mais expressivos na produção mundial de amêndoas de castanha-do-brasil (TONINI, 2007). Mesmo com as oscilações anuais na produção e na exportação brasileira de castanha-do-brasil, o produto é bastante valorizado no mercado interno e externo. O preço subiu 23,7% em relação ao ano de 2021. Com valor da produção e R\$ 170 milhões. Entre os anos de 2014 a 2022, apresentou variação positiva na quantidade produzida, a produção brasileira variou entre 23 a 38,2 mil toneladas (IBGE, 2022).

A espécie *Bertholletia excelsa* está incluída na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção na categoria Vulnerável (BRASIL, 2014), o desmatamento é a principal ameaça às populações naturais da espécie. O Decreto 5.975 de 30 de novembro de 2006 veda a utilização da castanheira-do-brasil com a finalidade de uso da madeira, em situação de florestas naturais, primitivas ou regeneradas (WADT et al., 2005). Apesar da proibição em lei, ainda existe a derrubada das plantas para utilização da madeira na indústria moveleira, pois essa exploração ocorre com baixo investimento de capital e tecnologia (SILVA, 2019). A ameaça de extinção da espécie compromete a regeneração das populações naturais devido ao dossel fechado (PERES; BAIDER, 1997). Portanto é de grande importância o desenvolvimento de pesquisas visando o cultivo racional e o uso da espécie em programas de reflorestamento (SILVA et al., 2019).

Apesar dos esforços de pesquisas com a espécie, a grande parcela da produção mundial de amêndoas de castanha-do-brasil ainda é proveniente do extrativismo em áreas nativas (HOMMA et al., 2014). Responsável por um quarto da produção nacional, o Pará possui a extração das sementes de castanha concentrada no Baixo Amazonas, no Sudoeste Paraense. Os municípios que mais colaboram com a produção dessa cultura são Oriximiná, Óbidos, Alenquer, Acará, Altamira e Curuá (IBGE, 2022).

São poucos os plantios comerciais com o uso da castanheira-do-brasil para produção de frutos, temos como exemplo a Agropecuária Aruanã no estado do Amazonas, como o mais significativo plantio para a produção da amêndoa (NASCIMENTO et al., 2010). Felizmente, nas últimas 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 (LIMA et al., 2023).

As pesquisas realizadas com a castanheira-do-brasil pelas instituições na Amazônia são relativamente recentes. Apesar dos esforços ainda não foi possível à recomendação de clones com características agrônômicas superiores e seu devido registro no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares do MAPA. A inexistência de descritores para a espécie também dificulta esse registro. Portanto existe a necessidade de pesquisas visando à identificação e recomendação de descritores para a espécie *Bertholletia excelsa*.

A castanheira-do-brasil apresenta frutos do tipo pixídio, denominado popularmente de ouriço é cápsula indeiscente, com pericarpo lenhoso e formato esférico ou levemente achatado. Em estudos visando à caracterização de frutos e sementes de castanheira-do-brasil foi possível a identificação da variação da massa do fruto, com média de 750 g e valores mínimos e máximos de, 200 g a 1.500 g, respectivamente. Com frutos contendo média de 18 sementes. As sementes possuem formato triangular anguloso, com comprimento variando entre 4 a 7 cm, e massa média de 8,2 g (MÜLLER et al., 1995).

A conservação de acessos em Bancos Ativos de Germoplasma em instituições de pesquisas é crucial para a manutenção da diversidade genética das espécies. Para dar suporte aos programas de melhoramento genético é necessária à caracterização das plantas estabelecidas nos BAG's, atividade fundamental que permitirá o conhecimento da diversidade genética. O que levará a diferenciação fenotípica e a identificação de plantas com características agrônômica superiores e herdáveis (BURLE; OLIVEIRA, 2010).

Já existem pesquisas visando à caracterização morfológica e molecular em acessos de frutíferas nativas estabelecidas nos Bancos Ativos de Germoplasma. Em plantas de *Bertholletia excelsa*, Serra et al. (2006) realizaram o estudo da divergência genética em clones com uso de marcadores moleculares RAPD e observaram a formação de três grupos distintos. Teixeira et al. (2015), conduziram experimento visando estimar coeficientes de correlação e avaliar a divergência fenotípica entre genótipos de castanheira-do-brasil,

cultivados em um sistema agroflorestral e verificaram que a seleção de plantas com frutos maiores pode ser alternativa para obtenção de populações a serem utilizadas em futuros trabalhos de melhoramento com a espécie. Em estudos visando à identificação de descritores morfológicos para a espécie *Bertholletia excelsa*, foram avaliados dezesseis acessos estabelecidos no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, com a identificação de oito caracteres para folhas, como possíveis descritores para verificação da diversidade entre os acessos (NASCIMENTO et al., 2023).

Os trabalhos com melhoramento da castanheira-do-brasil tiveram início com a caracterização de acessos estabelecidos no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa, o qual possui uma coleção de trabalho voltado para a seleção de plantas com alta produtividade de frutos. Esses acessos foram obtidos em áreas de ocorrência natural e em áreas de cultivo. A mais antiga coleção de germoplasma de encontra-se na Embrapa Amazônia Oriental, no município de Belém, estando representada por cerca de 20 acessos conservados de forma *ex situ*, sendo a totalidade dos acessos procedentes dos municípios de Alenquer e Oriximiná no estado do Pará (NASCIMENTO; CARVALHO, 2022). Até o presente momento, os clones mais utilizados em cultivos racionais são: Santa Fé-1 e 2, Manoel Pedro-1 e 2, Cpatu-606, Cpatu-609, Cpatu-612, Cpatu-614, Cpatu-710 e Cpatu-722 (NASCIMENTO et al., 2010).

Com objetivo de identificar caracteres que possam ser utilizados como futuros descritores para a espécie, o trabalho realizou a caracterização morfométrica de frutos e sementes em dez acessos de *Bertholletia excelsa* pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.

MATERIAL E MÉTODOS

A seleção das variáveis para a caracterização dos frutos e sementes da espécie *Bertholletia excelsa* seguiu as orientações contidas em publicações especializadas em descritores, como a Bioversity (2007), segundo o qual, um descritor pode ser designado como uma característica mensurável que é observada em um acesso de um banco de germoplasma. Além disso, a escolha de descritores para fins de obtenção da proteção de cultivares deve seguir alguns princípios, como características morfológicas, fisiológicas ou moleculares mais marcantes e possíveis de serem transmitidas a cada geração que a cultivar for multiplicada (BRASIL, 2011). A classificação e as terminologias utilizadas nas categorizações das variáveis investigadas foram definidas pela combinação de informações apresentadas por Gonçalves e Lorenzi (2011) e Vidal et al. (2012).

Foram caracterizados frutos dos seguintes acessos identificados pelos nomes fantasia: Manoel Pedro-1, Manoel Pedro-2, Santa Fé-1, Santa Fé-2, Cpatu-606, Cpatu-609, Cpatu-612, Cpatu-614, Cpatu-710 e Cpatu-722.

Caracterização morfométrica em frutos de *Bertholletia excelsa*

Para a morfometria foi utilizado cinco frutos de cada acesso. Os frutos foram individualmente analisados quanto às seguintes características: massa (g), diâmetro longitudinal e transversal (cm), espessura do pericarpo fruto (cm), massa e número de sementes por fruto. A massa dos frutos foi determinada em balança digital. Após a pesagem os frutos foram abertos manualmente com ajuda de um facão (Figura 1).



Figura 1. Determinação da massa e o corte do fruto de acessos de castanheirado-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.). Com uso de facão para a retirada das sementes.

Fotos: Walnice Nascimento.

Após o corte do fruto foi feita a remoção e a contagem do número de semente em cada fruto. Com auxílio de um paquímetro digital foi feita a medição da espessura do pericarpo do fruto (Figura 2).



Figura 2. Determinação da espessura do pericarpo em fruto (ouriço), de acessos de castanheirado-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.).

Foto: Walnice Nascimento.

Caracterização morfométrica em sementes de *Bertholletia excelsa*

Foram avaliadas 10 sementes por fruto, totalizando 50 sementes de cada acesso. As sementes foram individualmente analisadas quanto às seguintes características: massa da semente (g), comprimento, largura e espessura das sementes (cm), número de quinas na semente e espessura do tegumento externo (mm) e massa da amêndoa (g) (Figuras 3 e 4).



Figura 3. Avaliação do comprimento e largura da semente em acessos de castanheirado-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.).

Foto: Walnice Nascimento.



Figura 4. Determinação da massa e da espessura do tegumento externo de sementes em acessos de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.).

Foto: Walnice Nascimento.

Os dados obtidos foram organizados em tabela do Excel e analisados por meio de estatística simples, envolvendo média, máximo, mínimo e desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização morfométrica em frutos de *Bertholletia excelsa*

O valor médio para a massa dos frutos nos dez acessos avaliados foi de 533,23 g, sendo o caráter com maior variação relativa entre as avaliações feitas nos frutos de castanha-do-brasil, com frutos apresentando valor máximo de 818,94 g, e mínimo de 245,33 g e (Tabela 1). Com destaque para o acesso Cpatu-606 (818,94 g). Resultados semelhantes foram relatados por Passos et al. (2018), os quais realizaram a biometria em frutos de clones 606 e 609, coletados em área de cultivo da Amazônia Ocidental e verificaram que o clone 606 apresentou o maior valor para a massa do fruto que o clone 609. Essa variação para a massa do fruto também foi constatada por Pedrozo et al. (2023), em frutos coletados em área de castanheiras nativas nos estado do Acre, Amazonas, Mato Grosso e Roraima.

Para o número de sementes por fruto, o destaque foi verificado no acesso Santa Fé-1, com a maior média, frutos contendo até 22 sementes/fruto. Em avaliação de frutos do mesmo acesso, Passos et al. (2018) encontraram frutos com até 30 sementes/fruto. A média para o número de sementes por fruto obtida nos dez acessos foi de 18 sementes/fruto. Mesmo valor verificado por Müller et al. (1995).

Acesso/clone	Massa do fruto (g)	Diâmetro longitudinal do fruto (cm)	Diâmetro transversal do fruto (cm)	Espessura pericarpo do fruto (cm)	Nº de semente p/ fruto
Manoel Pedro-1	548,30	9,39	11,40	1,21	20
Manoel Pedro-2	533,48	10,69	11,44	1,55	20
Santa Fé-1	575,10	10,71	10,87	1,43	22
Santa Fé-2	692,65	10,17	11,86	1,76	19
Cpatu-606	818,94	12,17	12,16	1,70	18
Cpatu-609	245,33	7,37	8,59	1,35	14
Cpatu-612	424,27	9,33	10,26	1,44	18
Cpatu-614	383,80	8,46	10,85	1,25	18
Cpatu-710	555,23	9,42	11,95	1,37	16
Cpatu-722	551,33	9,38	11,52	1,42	15
Média	532,84	9,71	11,09	1,45	18
Máximo	818,94	12,17	12,16	1,76	22
Mínimo	245,33	7,37	8,59	1,21	14
Des. Padrão	158,81	1,3	1,0	1,2	2,4

Tabela 1. Caracterização morfométrica das estruturas de frutos, em dez acessos de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.). Valores médios, máximo, mínimo e desvio padrão estimados (n=5). Belém, PA. 2024.

A grande variabilidade na morfometria de frutos da castanheira-do-brasil, também tem sido observada entre genótipos oriundos de sementes e clonados (TEIXEIRA et al., 2015). Em experimento desenvolvido por Passos et al. (2018), na Amazônia Central foi observado correlação significativa para as variáveis de massa do ouriço e massa da castanha, para os clones Manoel Pedro-1, 606 e 609.

Caracterização morfométrica em sementes de *Bertholletia excelsa*

Na caracterização morfológica da semente de castanha-do-brasil foram analisados sete caracteres apresentados nas Tabelas 2 e 3. A maior variação foi observada para a massa da semente, com média máxima de 11,91 g e, mínima de 3,78 g, para os acessos Cpatu-606 e Cpatu-609, respectivamente.

Com os resultados obtidos no referido experimento referente à caracterização dos frutos foi possível verificar que a massa da semente correspondeu a 25,63% e, as amêndoas a 13,11 % da massa do fruto (Figura 5).

Os valores encontrados estão próximos aos disponibilizados por Müller et al. (1995), com a caracterização da biometria de sementes com valores médios para a massa de 8,20 g. Esses mesmos autores observaram que a massa das sementes representam cerca 25% e, as amêndoas 13% da massa dos frutos.

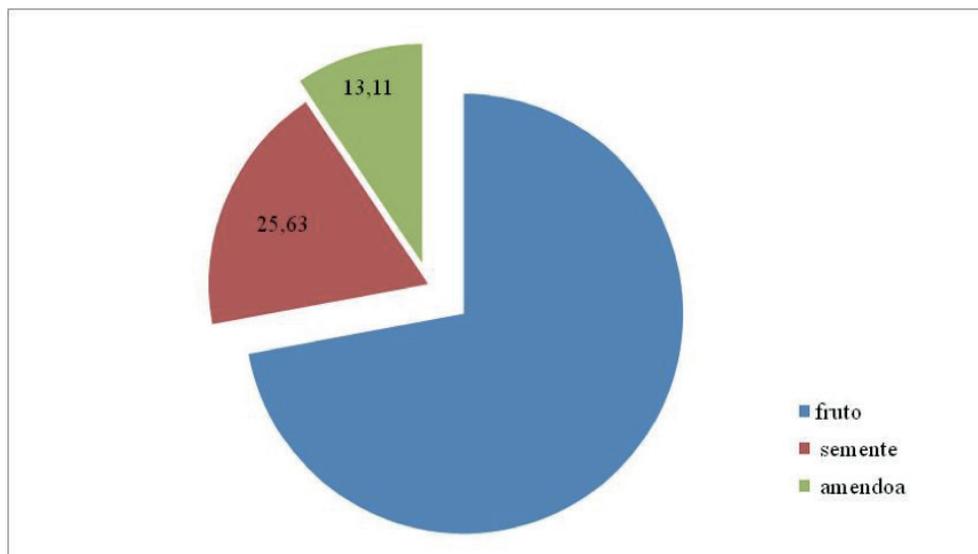


Figura 5. Porcentagem para a massa de semente e das amêndoas, em relação à massa do fruto, média de dez acessos de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). Belém, PA. 2024.

Na avaliação da morfometria do comprimento, largura e espessura da semente nos dez acessos de *Bertholletia excelsa* avaliados não foram verificadas grandes variações. Com os valores para o desvio padrão de 0,62, 0,47 e 0,48, respectivamente (Tabela 2).

Acesso/clone	Massa da semente (g)	Comprimento da semente (cm)	Largura da semente (cm)	Espessura da semente (cm)
Manoel Pedro-1	8,73	4,40	2,45	1,77
Manoel Pedro -2	8,95	4,50	2,56	1,81
Santa Fé-1	6,63	3,56	2,34	1,71
Santa Fé-2	9,02	4,46	2,52	1,82
Cpatu-606	11,91	5,36	3,80	3,19
Cpatu-609	3,78	3,19	2,13	1,45
Cpatu-612	5,01	3,49	2,12	1,51
Cpatu-614	7,28	4,23	2,46	1,79
Cpatu-710	8,93	4,40	2,59	1,97
Cpatu-722	9,55	4,19	2,37	1,84
Média	7,98	4,18	2,53	1,89
Máximo	11,91	5,36	3,80	3,19
Mínimo	3,78	3,19	2,12	1,45
Desvio padrão	2,37	0,62	0,47	0,48

Tabela 2. Caracterização morfométrica das estruturas da semente: massa, comprimento, largura e espessura da semente, em dez acessos de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.). Valores médios, máximo, mínimo e desvio padrão estimado. N=50. Belém, PA. 2024.

Na avaliação de algumas estruturas componentes das sementes, como no tegumento externo (casca) e na amêndoa (semente sem o tegumento), a maior variação foi obtida para as médias das amêndoas. No acesso Cpatu-606 foram obtidas as maiores amêndoas, com massa de 6,32 gramas. Não houve variação para o número de quinas nas sementes de castanheira-do-brasil para os dez acessos avaliados (Tabela 3).

Acesso/clone	Espessura do tegumento externo (mm)	Número de quina na semente	Massa da amêndoa (g)
Manoel Pedro-1	1,51	3	4,37
Manoel Pedro -2	1,35	3	4,91
Santa Fé-1	1,67	3	3,33
Santa Fé-2	1,39	3	4,88
Cpatu-606	1,81	3	6,32
Cpatu-609	1,21	3	2,78
Cpatu-612	1,21	3	3,45
Cpatu-614	1,14	3	3,72
Cpatu-710	1,52	3	4,28
Cpatu-722	1,49	3	4,42
Média	1,41	3	4,25
Máximo	1,81	3	6,32
Mínimo	1,14	3	2,78
Desvio padrão	0,21	0	1,00

Tabela 3. Caracterização morfométrica das estruturas da semente: espessura do tegumento externo, número de quina na semente e massa da amêndoa, em dez acessos de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.). Médias e desvio padrão estimado N=50. Belém, PA. 2024.

De modo geral, frutos maiores também apresentam as maiores sementes e amêndoas. Em frutos de castanheira-do-brasil do acesso Cpatu-606 foi verificado frutos, com as maiores massas, o mesmo aconteceu para as médias das sementes e amêndoas, com respectivamente, 818,94 g, 11,91 g e 6,32 g (Tabelas 1, 2 e 3).

Durante a prospecção de matrizes de castanheira-do-brasil em área de cultivo estabelecido no município e Tomé-Açu, no estado do Pará. Foi constatada expressiva variação na característica do fruto entre as matrizes. No genótipo identificado como (GG) com frutos grandes, a média da massa dos frutos foi de 2.150,00 g, e das sementes de 21,00 g. Nesse estudo foi observada forte correlação entre o tamanho dos frutos e o tamanho das castanhas ($r = 0,95$) (PEDROZO et al., 2023). A existência da correlação genética entre essas variáveis (massa de fruto x massa da semente), pode justificar a seleção das matrizes com base no tamanho do fruto como uma característica desejável tanto para comercialização, quanto para a produção de mudas (TEIXEIRA et al., 2015).

Entre as doze características morfométricas avaliadas em frutos e sementes, as maiores variações foram obtidas na determinação da massa do fruto, número de sementes por fruto, massa da semente e da amêndoa. Esses caracteres devem ser recomendados como futuros descritores morfológicos para a castanheira-do-brasil.

CONCLUSÃO

A morfometria de frutos e sementes de *Bertholletia excelsa* permite a identificação de variabilidade genética entre os acessos estabelecidos na coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.

REFERÊNCIAS

BIOVERSITY INTERNATIONAL. **Guidelines for the development of crop descriptor lists**. Roma, Italy: 2007. 72p. (Bioversity Technical Bulletin Series).

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.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Proteção de Cultivares no Brasil**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2011. 202p.

BURLE, M.L.; OLIVEIRA, M. do S.P. de. **Manual de curadores de germoplasma-Vegetal: caracterização morfológica**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 15p. (Documentos/Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 312; Documentos/Embrapa Amazônia Oriental, 378).

GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas**. Instituto Plantarum de estudos da flora, São Paulo. 512p, 2011.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro. v.37, p. 1-16, 2022. Notas técnicas. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=774>. Acesso em: 23 abril 2024.

LIMA, R.M.B. de.; HOMMA, A.K.; OLIVEIRA, T.K. de; GONÇALVES, J.F. de C. **Plantios pioneiros e monocultivos em sistemas agroflorestais na Amazônia**. In: WADT, L. H. de O.; MAROCCOLO, J.F.; GUEDES, M.C.; SILVA, K.E. da (ed.). *Castanha-da-amazônia: estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor*. Brasília, DF: Embrapa, 2023. cap. 6, p135-162. v.4: Melhoramento genético e cultivo.

HOMMA, A.K. **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 467p.

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).

NASCIMENTO, W.M.O. do; SALGADO, C. M.; SOUZA, O.T. de. **Descritores morfológicos da folha em acessos de castanha-do-brasil**. In: SILVA NETO, B. R. da (org.). *O conhecimento atual e os avanços da genética*. Ponta Grossa: Atena, 2023. Cap. 2, p. 7-20.

NASCIMENTO, W.M.O. do; CARVALHO, J.E.U. de. **Bertholletia excelsa: castanha-do-brasil**. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte. 53 ed. Brasília: MMA, 2022, v. 53, p. 201-220.

NASCIMENTO, W.M.O. do; CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H. **Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) H.B.** SBF/FUNEP: Jaboticabal. Série Frutas nativas, 44p. 2010.

PASSOS, R.M. de; AZEVEDO, C.P. de; LIMA, R.M.B. de; SOUZA, C.R. de. **Características biométricas e produção de frutos de castanha-da-amazônia em plantios clonais na Amazônia Central.** Embrapa Amazônia Ocidental. 2018. 37p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 140).

PEDROZO, C.A.; WADT, L.H. de O.; CARVALHO, J.E.U. de; BALDONI, A.B.; NASCIMENTO, W.M.O. do; LIRA-GUEDES, A.C.; GUEDES, M.C.; CORVERA-GOMRINGER, R.; AUCA, E.C. **Melhoramento genético.** In: WADT, L. H. de O.; MAROCCOLO, J.F.; GUEDES, M.C.; SILVA, K.E. da (ed.). Castanha-da-amazônia: estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor. Brasília, DF: Embrapa, 2023. cap. 4, p. 89-107. V.4: Melhoramento genético e cultivo.

PERES, C.A.; BAIDER, C. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in Southeastern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 4, p. 595-616, 1997.

SERRA, A.G.P.; PAIVA, R.; PAIVA, E.; NOGUEIRA, R.C.; SOARES, F.P.; PAIVA, P.D.O. **Estudo da divergência genética em castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* HBK) utilizando marcadores moleculares RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA).** Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado, 2006.

SILVA, M.L.S. da. **Estudo sobre a cadeia produtiva da castanha (*Bertholletia excelsa* bonpl.) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus (AM).** Dissertação. Mestrado. (Programa de Pós-Graduação, INPA). 2019. 61p.

SILVA, L. J. S.; MENEGHETTI, G.A.; PINHEIRO, J.O.C.; DOS SANTOS, E.M.; PARINTINS, D.M. O extrativismo como elemento de desenvolvimento e sustentabilidade na Amazônia: um estudo a partir das comunidades coletoras de castanha-do-brasil em Tefé, AM. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 11, n. 2, 2019.

TEIXEIRA, R.A.; PEDROZO, C.A.; COSTA, E.K.L.; BATISTA, K.D.; TONINI, H.; PESSONI, L.A. Correlação e divergência fenotípica entre genótipos cultivados de castanha-do-brasil. **Scientia forestalis**. v.43, n.107, p.523-531, 2015.

TONINI, H. **Castanheira-do-brasil: uma espécie chave na promoção do desenvolvimento com conservação.** Boa Vista: EMBRAPA Roraima, 2007. 3 p. Vaissière, B.; Freitas, B.; Gemil-Herren, B. 2009. Protocol to detect and assess pollination.

VIDAL, O.J.; SAN MARTÍN, C.; MARDONES, S.; BAUK, V.; VIDAL, C.F. Las orquídeas de la Reserva de la Biosfera Torres del Paine: La necesidad de implementar monitoreo de especies y planificación ecoturística para la conservación de la biodiversidad. **Gayana. Botánica**, v. 69, n. 1, p. 136-146, 2012.

WADT, L.H.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, 2005.