

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADEMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA E
IFRR**

DISSERTAÇÃO

**AVALIAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS E ENXERTIA DE
CASTANHEIRA-DO-BRASIL EM RORAIMA**

IGOR IVISON ALMEIDA FERREIRA

**BOA VISTA – RR
Março de 2019**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADEMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA E
IFRR

**AVALIAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS E ENXERTIA DE
CASTANHEIRA-DO-BRASIL EM RORAIMA**

IGOR IVISON ALMEIDA FERREIRA

Sob a Orientação da Professora e Pesquisadora
Dra. Cássia Ângela Pedrozo

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual de Roraima, em parceria com IFRR e EMBRAPA Roraima, como requisito para obtenção do título de **Mestre em Agroecologia**. Área de concentração em Agroecologia.

BOA VISTA – RR
Março de 2019

Copyright © 2019 by Igor Ivison Almeida Ferreira

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0945
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F383a Ferreira, Igor Ivison Almeida.

Avaliação de porta-enxertos e enxertia de castanheira-do-brasil em Roraima. / Igor Ivison Almeida Ferreira. – Boa Vista (RR) : UERR, 2019. 57 f. : il. Color. 30 cm.

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual de Roraima, em parceria com IFRR e EMBRAPA Roraima, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agroecologia. Área de concentração em Agroecologia, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Cássia Ângela Pedrozo.

1. Jardim clonal 2. *Bertholletia excelsa* 3. Propagação vegetativa
I. Pedrozo, Cássia Ângela (orient.) II. Universidade Estadual de Roraima – UERR III. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Roraima – IFRR IV. EMBRAPA V. Título

UERR.Dis.Mes.Agr.2019.03

CDD – 634.57598114 (19. ed.)

FOLHA DE APROVAÇÃO

IGOR IVISON ALMEIDA FERREIRA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual de Roraima, em parceria com IFRR e EMBRAPA Roraima, como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Agroecologia**, área de concentração em Agroecologia.

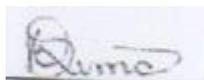
DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 29/03/2019



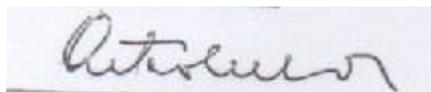
Dra. Cássia Ângela Pedrozo
Orientadora e Pesquisadora da EMBRAPA Roraima



Dra. Karine Dias Batista
Pesquisadora da EMBRAPA Roraima



Dra. Hyanameyka Evangelista de Lima Primo
Pesquisadora da EMBRAPA Roraima



Dr. Antônio Carlos Centeno Cordeiro
Pesquisador da EMBRAPA Roraima

DEDICATÓRIA

À minha família, meus amigos e todos que torceram por mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

À Professora e Pesquisadora Dra. Cássia Ângela Pedrozo, por todo conhecimento compartilhado, pela dedicação, pela paciência, pela compreensão, pela ajuda, pela palavra amiga e orientação.

Aos meus pais Iran e Martha. Aos meus irmãos Mylenna e Matheus. A minha família materna representada pelos meus avós Pedro Graxa e Dona Geninha, e a minha família paterna representada pelo meu Tio Cicero. A minha namorada Carla por estar ao meu lado.

À UERR, ao programa de pós-graduação do curso de mestrado em Agroecologia, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À EMBRAPA Roraima pela parceria e oportunidade de desenvolver este trabalho em seu viveiro e campo experimental.

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de demanda social durante 12 meses.

Aos estagiários Ayulle Thalia Watson Alcoforado e Marcos Miguel Mayer, e a acadêmica de mestrado Reila Ferreira Santos, pelo auxílio nas coletas dos dados e pela mão amiga.

Aos funcionários da Embrapa: Adebaldo Sampaio Teles e José de Anchieta Moreira da Costa, pelo auxílio nas coletas dos dados e pela mão amiga.

A todos os Professores do programa de Mestrado em agroecologia, pelos ensinamentos transmitidos, pelo estímulo diário e grande amizade.

Aos colegas dos locais onde trabalhei, da Faculdade Roraimense de Ensino Superior e do Colégio de Aplicação – UFRR.

Aos professores Ismayl e Joseane pelo incentivo a iniciação científica.

A todos que colaboraram e contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

Não são as perdas nem as quedas que podem fazer fracassar nossas vidas, senão a falta de
coragem para levantar e seguir em frente.
Samael Aun Weor

RESUMO GERAL

FERREIRA, Igor Ivison Almeida Ferreira. **Avaliação de porta-enxertos e enxertia de Castanheira-do-brasil em Roraima**. 2019. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, RR, 2019.

A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é uma das espécies nativas da Amazônia de maior importância social, econômica e ecológica, sendo suas amêndoas um dos principais produtos extrativistas da região. Este trabalho teve como objetivo verificar o crescimento de porta-enxertos e enxertos de genótipos de castanheiras-do-brasil selecionados de diferentes procedências. O trabalho foi realizado no campo experimental Serra da Prata, pertencente à Embrapa Roraima e localizado no município de Mucajaí – RR. Dois experimentos foram avaliados, sendo um relacionado ao crescimento de porta-enxertos (A) e o outro relacionado ao pagamento e crescimento inicial de enxertos de castanheira-do-brasil (B). Os experimentos foram instalados no delineamento de blocos casualizados, com quatro blocos, sendo os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida no tempo, com 9 genótipos (parcelas) e 3 tempos de avaliação (sub-parcelas) no experimento A e número variável de genótipos (parcelas) e de tempos de avaliação (sub-parcelas), dependendo da variável avaliada, no experimento B. Cada parcela experimental foi constituída por uma planta. Foram avaliadas variáveis de crescimento dos porta-enxertos no experimento A e porcentagem de pagamento e variáveis de crescimento de brotações dos enxertos no experimento B. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, posteriormente, à análise de variância. As médias dos genótipos foram agrupadas pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de significância, enquanto que para as médias dos tempos de avaliação foi realizada análise de regressão linear. Em Roraima, porta-enxertos de castanheira provenientes do Amapá crescem mais lentamente comparado ao crescimento em outros Estados da região norte brasileira. Grande parte da variação do número de brotações laterais, comprimento da brotação principal e diâmetro da brotação principal dos diferentes genótipos é explicada pelas épocas de avaliação. O crescimento das plantas enxertadas, tanto em altura e diâmetro, quanto em número de brotações, é um bom indicativo da adaptação dos genótipos às condições de cultivo em Roraima. A avaliação do crescimento, bem como do comportamento fenológico e produtivo dos genótipos selecionados deverá ser realizada, visando comprovar o comportamento deste material genético em condições de plantio em Roraima.

Palavras-chave: Jardim clonal; *Bertholletia excelsa*; Propagação vegetativa.

GENERAL ABSTRACT

FERREIRA, Igor Iverson Almeida Ferreira. **Evaluation of rootstock and grafting of Brazil nuts in Roraima.** 2019. 57 p. Dissertation (Master in Agroecology). Roraima State University, Boa Vista, RR, 2019.

The Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) is one of the native Amazonian species of major social, economic and ecological importance. Its almonds are one of the region's main extractive products. The objective of this work was to verify the growth of rootstocks and grafts of selected Brazil nut tree genotypes from different origins. The work was carried out in the Serra da Prata experimental field, belonging to Embrapa Roraima and located in Mucajaí - RR. Two experiments were evaluated, one related to rootstock growth (A), and the other related to the tissue union and initial growth of Brazil nut (B). The experiments were carried out in a randomized block design with four blocks, and the treatments were arranged in a time subdivided plot with 9 genotypes (plots) and 3 evaluation times (subplots), in experiment A and variable number of genotypes (plots) and evaluation times (subplots), depending on the evaluated variable, in experiment B. Each experimental plot consisted of one plant. Rootstock growth variables were evaluated in experiment A, and catching percentage and tissue union root growth variables in experiment B. Data were subjected to the Shapiro-Wilk normality test and then to variance analysis. The means of the genotypes were grouped by the Skott-Knott test at 5% significance level, while for the means of the evaluation times linear regression analysis was performed. In Roraima, chestnut rootstocks from Amapá grow more slowly compared to growth in other states of northern Brazil. Much of the variation in the number of lateral shoots, main shoot length, and main shoot diameter of the different genotypes is explained by the evaluation times. The growth of the grafted plants, both in height and diameter, as well as in the number of shoots, is a good indication of the adaptation of the genotypes in the cultivation conditions in Roraima. The evaluation of growth, as well as the phenological and productive behavior of the genotypes should be carried out, aiming to prove the behavior of this genetic material under field conditions in Roraima.

Keywords: Clonal garden; *Bertholletia excelsa*; Vegetative propagation.

LISTA DE SIGLAS

ALT – Altura
APP – Área de preservação permanente
ARL – área de reserva legal
CBP – Comprimento da brotação principal
DAP – Diâmetro à altura do peito
DIA – Diâmetro a 10 cm do solo
DBP – Diâmetro da brotação principal
EBD – Enxerto com broto desenvolvido
EIB – Enxerto com início de brotação
ESB – Enxerto sem brotação
FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations
IIAP – Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana
NBL – Número de brotações laterais
P – Pegamento
PFNM – Produto florestal não madeireiro
RL – Reserva Legal
SAF – Sistema Agroflorestal

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Diferentes usos da castanha-do-brasil.	20
Quadro 2. Quantidade de castanha-do-brasil produzida no Brasil entre 2012 e 2017.....	21
Quadro 3. Valor da produção na extração vegetal (mil reais) de castanha-do-brasil produzida no Brasil entre 2012 e 2017.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 A. Temperatura mensal registrada no Campo Experimental Serra da Prata, desde o momento da enxertia até os 19 meses após a enxertia.	31
Figura 1 B. Umidade relativa mensal registrada no Campo Experimental Serra da Prata, desde o momento da enxertia até os 19 meses após a enxertia.	31
Figura 1 C. Precipitação acumulada mensal registrada no Campo Experimental Serra da Prata, desde o momento da enxertia até os 19 meses após a enxertia.	31
Figura 2 A. Altura (ALT) de porta-enxertos de castanheira-do-brasil em função de diferentes idades de avaliação.	34
Figura 2 B. Diâmetro a 10 cm do solo (DIA) de porta-enxertos de castanheira-do-brasil em função de diferentes idades de avaliação.	34
Figura 3 A. Número de brotações laterais (NBL) de enxertos de sete genótipos de castanheira-do-brasil em função de 12 épocas de avaliação.	46
Figura 3 B . Comprimento da brotação principal (CBP) de enxertos de castanheira-do-brasil em função de 12 épocas de avaliação.	47
Figura 3 C. Diâmetro da brotação principal (DBP) de enxertos de castanheira-do-brasil em função de 12 épocas de avaliação.	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a altura da planta (ALT; m) e diâmetro a 10 cm do solo (DIA; cm) de porta-enxertos provenientes de nove genótipos de castanheira-do-brasil, avaliados em diferentes idades. Mucajaí - RR	Erro! Indicador não definido.
Tabela 2. Valores médios da altura e do diâmetro a 10 cm do solo de porta-enxertos provenientes de nove genótipos de castanheira-do-brasil, avaliados aos 6, 25 e 36 meses após o plantio em campo. Mucajaí – RR	36
Tabela 3. Porcentagem de pegamento de enxertos provenientes de nove genótipos de castanheira, avaliada aos 45, 90 e 120 dias após a enxertia. Mucajaí – RR, 2017	37
Tabela 4. Situação dos enxertos quanto à emissão de brotações, avaliada aos 90 e 120 dias após a enxertia. Mucajaí – RR, 2017	40
Tabela 5. Resumo da análise de variância para número de brotações laterais (NBL), comprimento da brotação principal (CBP; cm) e diâmetro da brotação principal (DBP; mm) de sete genótipos de castanheira-do-brasil, avaliados dois 8 aos 19 meses após a enxertia. Mucajaí – RR, 2018	41
Tabela 6. Valores médios do diâmetro da brotação principal (mm), do comprimento da brotação principal (cm) e do número de brotações laterais (NBL) de doze genótipos de castanheira-do-brasil em dose épocas de avaliação. Mucajaí – RR, 2018.....	43

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Castanheira-do-brasil: locais de ocorrência natural e características biológicas	17
2.2 Aspectos ecológicos, sociais e econômicos da castanheira-do-brasil	18
2.3 Cultivo da castanheira no Brasil	22
2.4 Métodos de enxertia utilizados para a castanheira.....	24
2.5 Melhoramento genético da castanheira-do-brasil	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Caracterização da área experimental.....	29
3.2 Descrição dos experimentos	29
3.2.1 Crescimento de porta-enxertos de castanheira-do-brasil provenientes de genótipos selecionados	29
3.2.2 Pegamento e crescimento inicial de brotações de enxertos de castanheira-do-brasil provenientes de genótipos selecionados	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Crescimento de porta-enxertos de castanheira-do-brasil provenientes de genótipos selecionados.....	33
4.2 Pegamento e crescimento inicial de brotações de enxertos de castanheira-do-brasil provenientes de genótipos selecionados.....	37
5 CONCLUSÕES	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é uma das espécies nativas da Amazônia de maior importância social, econômica e ecológica para a região. Suas amêndoas possuem sabor agradável e elevado valor nutritivo, o que faz com que haja intensa procura do produto por adeptos da alimentação alternativa e saudável.

Mais de 95% da produção de castanha-do-brasil ainda é obtida pelo extrativismo em áreas nativas, sendo poucos os plantios expressivos da espécie. A perda de competitividade em produção e exportação da castanha extraída no país, reforçada pelo grande potencial de crescimento do produto, tanto no mercado doméstico quanto no externo (HOMMA, 2014; HOMMA et al., 2014), justificam a introdução de castanhas cultivadas, de forma sustentável, bem como o enriquecimento de castanhas nativas.

O fato de a castanheira apresentar um longo período juvenil, aliado à indisponibilidade de variedades recomendadas para a espécie, desestimulam o investimento em plantios de larga escala. Pelo uso de mudas de pé-franco (de sementes) provenientes de material genético desconhecido, o produtor demora para ter retorno econômico do recurso investido e ainda não tem garantia de boa produtividade de castanhas.

Investimentos em plantios de castanheiras podem ser realizados na forma de plantios solteiros ou na forma de Sistemas Agroflorestais (SAFs) em áreas degradadas e/ou na recomposição de áreas de reserva legal (RL), onde a castanheira atua como espécie nativa de interesse comercial (FERREIRA, 2009). Entretanto, a viabilidade econômica do cultivo só será possível mediante uso de material genético selecionado e propagado via enxertia.

Estudos relacionados à propagação seminal e vegetativa da castanheira-do-brasil são realizados desde a década de 80 (MÜLLER, 1981; MÜLLER et al., 1995; CORVERA-GOMRINGER et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2010; CARVALHO e NASCIMENTO, 2016) e mostram a viabilidade da enxertia pelo método da borbulhia em placa, realizada em condições de campo. Apesar da disponibilidade de informações básicas, estudos relacionados à enxertia da castanheira ficaram restritos à pesquisas realizadas no Pará e no Amazonas, onde as condições climáticas são diferentes de outras regiões de ocorrência natural da espécie.

Para a castanheira, a técnica de enxertia é indicada para elevar a produtividade e melhorar a qualidade das amêndoas obtidas nos cultivos. Apresenta como vantagens, em relação ao cultivo de árvores provenientes de sementes, a precocidade da produção, menor porte das plantas (NASCIMENTO et al., 2010) e a fixação do genótipo de árvores selecionadas.

Em 2012 foram iniciados na Amazônia brasileira, estudos com objetivos de avaliação e seleção de genótipos para instalação de jardins clonais visando a disponibilização de material propagativo selecionado para enxertia em vários estados da região norte. Resultados como estes são de extrema importância e podem estimular o cultivo e, conseqüentemente, fortalecer a cadeia produtiva da castanha-do-brasil na região.

O presente estudo teve como objetivos: 1) Verificar o crescimento de porta-enxertos provenientes de genótipos de castanheiras-do-brasil selecionados no Amapá; e 2) determinar a porcentagem de pegamento e o crescimento inicial de brotações de enxertos provenientes de diferentes clones de castanheira em área de transição floresta-cerrado em Roraima.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Castanheira-do-brasil: locais de ocorrência natural e características biológicas

A castanheira-do-brasil, árvore nativa da região Amazônica, é classificada como Angiosperma, da classe Dicotyledonea, ordem Myrtiflorae, família Lecythidaceae e espécie *Bertholletia excelsa* Bonpl. Também denominada castanheira-do-pará ou castanheira-da-amazônia, a espécie é encontrada naturalmente em vários países da região Amazônica continental, como Brasil, Bolívia, Peru, Guianas, Venezuela, Equador e Colômbia (MENEZES et al., 2005; SANTOS, 2015). Entretanto, as formações mais densas ocorrem no Brasil (LORENZI, 2000).

A castanheira habita matas de terra firme, não inundáveis e quase sempre em locais de difícil acesso (ARAÚJO et al., 2001; TONINI, 2011). Desenvolve-se bem em regiões de clima quente e úmido, sendo predominante em regiões com tipos climáticos tropicais chuvosos, com a ocorrência de períodos de estiagem definidos (MÜLLER et al., 1995).

Prefere solos argilosos ou argilo-arenosos de textura média a pesada (MÜLLER et al., 1995). No leste da Amazônia, ocorre em oxissolos e ultissolos, pobres em nutrientes, porém bem estruturados e drenados, não sendo encontrada em solos excessivamente compactados (CLEMENT, 2000).

Em Roraima, a predominância do clima na região de ocorrência dos castanhais nativos, ou seja, no sul do Estado, é, segundo Köppen, do tipo Aw (tropical chuvoso com pequeno período de seca), com precipitação média anual entre 1.840 e 2.090 mm (BARBOSA, 1997). Nesta área, o período chuvoso ocorre com maior frequência de abril a agosto, com totais mensais superiores a 100 mm. A partir de setembro ocorre sensível redução das chuvas, com um período seco ocorrendo mais frequentemente de novembro a março. A temperatura média anual é de 27 °C (FEMACT, 1993).

A castanheira é uma planta emergente, naturalmente encontrada em áreas preservadas (florestas primárias), onde ocupa o extrato superior da floresta, com maior acesso à luz (heliófila) (LORENZI, 2000). Segundo Locatelli et al. (2010), trata-se de uma planta demandante por luz na fase inicial de seu desenvolvimento.

As árvores podem alcançar altura de até 60 m, com diâmetro na base do tronco de até 4,0 m e diâmetro à altura do peito (DAP) variando entre 1,0 m e 1,80 m. O tronco é reto, cilíndrico e desprovido de ramos. Os galhos são encurvados nas extremidades, compostos de folhas esparsas e alternadas (MORI e PRANCE, 1990).

As folhas são unidas ao galho através do pecíolo, que apresenta de 5 a 6 cm de comprimento. Apresentam coloração verde-brilhosa na face adaxial e verde-pálido na face abaxial, medindo geralmente de 25 a 35 cm de comprimento por 8 a 12 cm de largura (LOCATELLI et al., 2010).

A inflorescência da castanheira é do tipo panícula, com eixos compostos por espigas e a constituição floral é zigomórfica (MORITZ, 1984). As inflorescências estão dispostas nos ramos terminais da planta, os quais são eretos e apresentam de 12 a 17 cm de comprimento. As flores praticamente não têm pedúnculo, e apresentam simetria bilateral. A corola, parte mais vistosa da flor, tem coloração variando entre o branco e o amarelo. É suavemente perfumada e apresenta seis pétalas livres (ZUIDEMA, 2003). Em estudo sobre a fenologia da castanheira no sul de Roraima, Tonini (2011) identificou que o período de floração no local vai de setembro a janeiro de cada ano.

O fruto, de forma esférica ou capsular, é popularmente denominado de ouriço e apresenta cerca de 20 cm de diâmetro (ENRIQUEZ et al., 2003). São do tipo seco e pesam entre 200 g a 1.500 g. Cada fruto contém de 12 a 25 sementes, as quais pesam de 4 a 10 g cada (TONINI e ARCO-VERDE, 2004). Em pesquisa realizada por Tonini e Pedrozo (2014), em Roraima, uma única árvore nativa chegou a produzir 1.340 frutos. Neste mesmo estudo, o peso médio de sementes por árvore variou entre 3,4 e 13,9 kg, com máximo de 173,8 kg.arvore⁻¹.

A amêndoa da castanheira-do-brasil é rica em proteínas, vitaminas A, B1, B2, C e E, bem como em minerais, como cálcio, fósforo, magnésio, potássio, selênio e cobre (PACHECO e SCUSSEL, 2007; USDA, 2016). O selênio atua como antioxidante, sendo recomendado na prevenção ao câncer e a doenças cardiovasculares (PRANCE e MORI, 1979; KORNSTEINER et al., 2006). Uma única amêndoa de castanha pode oferecer em média a quantidade de 185,7 microgramas de selênio, sendo o limite máximo diário permitido de 400 microgramas de selênio (SILVA, 2016).

Nos estados da Amazônia, exceto em Roraima, o início da safra da castanha-do-brasil ocorre entre dezembro e janeiro e se estende até abril. Em Roraima, o período de queda dos frutos vai de março a setembro, devido às condições meteorológicas serem diferentes dos demais estados (WADT, 2017).

2.2 Aspectos ecológicos, sociais e econômicos da castanheira-do-brasil

Os produtos florestais não madeireiros (PFNMs) vêm sendo objeto de crescente interesse de pesquisas, com especial enfoque em seu papel complementar à exploração da

madeira e à agricultura nos meios de subsistência rurais (SHANLEY et al, 2005). Pelo Código Florestal, o reflorestamento de Reserva Legal (RL) e de Áreas de Preservação Permanente (APP) deve ser efetuado com espécies nativas. No caso da RL, é permitido o plantio de espécies nativas associado com espécies exóticas ou frutíferas, enquanto que para APPs, apenas espécies nativas são autorizadas. Isso ressalta a importância do uso de espécies nativas que possam ser manejadas para aproveitamento dos seus produtos (BRASIL, 2012).

O novo código florestal brasileiro contempla em alguns estados, como Roraima, a redução do percentual de reserva legal, onde áreas que foram desmatadas sejam reflorestadas com no mínimo 50% de espécies nativas do bioma da região. Isso ressalta a importância pela busca de espécies nativas que possam ser manejadas para aproveitamento dos seus produtos (BRASIL, 2012).

A castanha-do-brasil é um recurso dentro do rol de PFNMs, definidos pela FAO como “bens de origem biológica, fornecidos por florestas, bosques e outras árvores em áreas não florestais” (DINIZ, 2008). O produto tem ganhado visibilidade na pauta da conservação da biodiversidade, devido ao reconhecimento de que a castanheira pode contribuir para a subsistência de comunidades da floresta, para nutrição e segurança alimentar, para geração de emprego e de renda adicional e, ainda, para oferecer oportunidades a empresas familiares ou comunitárias (MARSHALL et al., 2003). Sua coleta e comercialização são responsáveis pela proteção de extensas áreas de florestas no Brasil, Bolívia e Peru (HOMMA, 2014).

Por ser uma espécie protegida por lei e ainda não existir plantios significativos, as amêndoas da castanheira tem elevado valor econômico como produto extrativo florestal. Além do uso das amêndoas para consumo, o óleo, o ouriço e a casca das sementes também apresentam valor. Em relação à madeira, a exploração de exemplares nativos para esta finalidade é proibida por lei, o que não impede seu plantio com a finalidade de reflorestamento, tanto em plantios puros quanto em sistemas consorciados (COLLARES, 2005). A diversificação de uso dos produtos da castanheira pode ser verificada no Quadro 1, apresentado por Enríquez et al. (2003):

Partes da planta	Usos
Amêndoas	Indústria de alimentos, consumo <i>in natura</i>
Óleos	Indústria farmacêutica e de cosméticos
Ouriços	Medicina doméstica, adubo e artesanato
Casca da semente	Potencial de uso como adubo, carvão vegetal
Madeira	Muito requisitada pelas serrarias por sua elevada produtividade (em torno de

	14 m ³ .arvore ⁻¹)
--	---

Quadro 1. Diferentes usos da castanha-do-brasil.

Fonte: Enríquez *et al* (2003).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelam que a castanha-do-brasil é o segundo produto extrativista não madeireiro em importância econômica para a Amazônia brasileira, com uma produção de 26.191 toneladas em 2017. Neste mesmo ano, a produção da região norte foi de 24.485 toneladas, representando 93,49% da produção nacional (IBGE, 2019).

Os estados do Amazonas (12.786 toneladas), do Pará (4.186 toneladas) e do Acre (4.790 toneladas) foram responsáveis por 88,88% da produção da região Norte, equivalente a 83,09% da produção brasileira em 2017. Os estados de Rondônia (1.865 toneladas), Amapá (476 toneladas), Roraima (380 toneladas) e Tocantins (2 toneladas) foram responsáveis pelo restante da produção da região Norte, equivalente a 10,40% da produção brasileira (IBGE, 2019).

Conforme dados do IBGE (IBGE, 2019) apresentados acima, Roraima seria um dos estados de menor importância na produção de castanha. No entanto, segundo informações não comprovadas, grande parte da produção de castanha de Roraima sai clandestinamente do estado com destino a outros locais produtores, o que tornaria os dados oficiais subestimados.

Grande parte da produção de castanha-do-brasil é oriunda do extrativismo, sendo apenas cerca de 2% da produção nacional proveniente de áreas cultivadas (HOMMA *et al.*, 2014). Apesar de o extrativismo do produto atuar como importante fonte de renda para milhares de famílias da Amazônia (ENRIQUEZ, 2008; CIFOR, 2008, ANGELO *et al.*, 2013), este segmento, no Brasil, enfrenta sérios desafios, não só no que diz respeito aos aspectos sociais e ecológicos da atividade, mas também no âmbito econômico (AGUIAR, 2014).

Os Quadros 2 e 3 apresentam a quantidade de castanha produzida no Brasil e o valor arrecadado com o mercado do produto entre os anos de 2012 e 2017 (IBGE, 2019). Comparando-se os dados representados nos dois quadros é perceptível a grande valorização econômica do produto no período mencionado. Logo, tem havido intensa procura no mercado mundial pela castanha, fato que representa um nicho de mercado a ser explorado no país.

Ano	Produção de castanha-do-brasil (toneladas)
2012	38.805
2013	38.300
2014	37.499
2015	40.643
2016	34.664
2017	26.191

Quadro 2. Quantidade de castanha-do-brasil produzida no Brasil entre 2012 e 2017.

Fonte: IBGE, 2019.

Ano	Valor arrecado com a venda da castanha-do-brasil (mil Reais)
2012	68.437
2013	72.055
2014	79.565
2015	107.443
2016	110.091
2017	104.147

Quadro 3. Valor da produção (mil reais) de castanha-do-brasil produzida no Brasil entre 2012 e 2017.

Fonte: IBGE, 2019.

Ainda com base nos dados apresentados nos Quadros 2 e 3, nota-se que em 2017 a produção foi menor quando comparada aos anos anteriores. Essa queda na produção foi provocada por condições climáticas, principalmente pela falta de chuvas na época de floração das castanheiras (CONAB, 2018).

A castanheira, a partir do declínio do ciclo da economia da borracha, no início da década de 1950, passou a representar o principal produto florestal não madeireiro da região amazônica (SANTANA et al., 2017). Até o início dos anos 90, o Brasil era o maior exportador de castanha-do-brasil, tanto com casca, quanto sem casca. No entanto, atualmente, a Bolívia é líder mundial, tanto em produção quanto em exportação do produto (FAO, 2015). De acordo com Enríquez et al. (2003), além de grande produtora, a Bolívia pratica uma política comercial agressiva, uma vez que, tem usinas de beneficiamento próximas das áreas produtoras, os salários dos catadores são mais baixos, e o valor do frete das usinas até o porto (área destinada ao carregamento de navios) é muito inferior ao brasileiro.

Os atributos orgânicos e ambientalmente benéficos da castanha-do-brasil são atrativos a muitos mercados consumidores, tanto internos quanto externos. Até a década de 1970, cerca de 80% da produção de castanha brasileira era destinada à exportação, proporção esta que vem sendo gradativamente reduzida, uma vez que, atualmente, a maior parte do produto é

destinada ao consumo doméstico (HOMMA, 2014). Além disso, o volume de exportação da castanha com casca, e, portanto, de menor valor agregado, para a Bolívia, tem sido cada vez maior (AGUIAR, 2014).

Aproximadamente 90% do consumo mundial de castanha-do-brasil concentram-se na Europa e nos Estados Unidos, mercados considerados estáveis. O produto, entretanto, está sujeito às oscilações de mercado, por não se constituir em um bem essencial (MAUÉS et al., 2015). Nos três primeiros meses de 2018, foram exportadas 4.593 toneladas de castanha-do-brasil para aqueles locais, gerando uma receita de R\$ 4,08 milhões. Neste período, o preço mínimo por quilo *in natura* custava em média U\$ 0,94. No caso do produto processado e embalado o preço mínimo por quilo custava em média U\$ 12,00 (CONAB, 2018).

2.3 Cultivo da castanheira no Brasil

Na década de 60, Pinheiro (1967) já alertava para a necessidade de promover o cultivo racional da castanheira, pois, do contrário, o Brasil perderia o posto de exportador de castanha e cederia a liderança para outros países. Essa perda de competitividade, tanto em produção quanto em qualidade, da castanha extraída no Brasil, reforçada pelo grande potencial de crescimento do produto no mercado doméstico e externo (HOMMA et al., 2014), justificam a junção de esforços para introdução de castanhais cultivados.

Investimentos em plantios de castanheira podem ser realizados na forma de monocultivos ou de sistemas mais agroecológicos, a exemplo dos Sistemas Agroflorestais (SAFs). No caso dos SAFs, estes podem ser realizados em áreas degradadas e/ou na recomposição de áreas de reserva legal (RL) e de preservação permanente (APP) (HOMMA et al., 2014), uma vez que toda propriedade rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, sendo recomendado, no caso de recomposição do passivo da RL, o plantio de mudas de espécies nativas de interesse comercial, aumentando, assim a renda dos produtores.

A inexistência de variedades recomendadas para a castanheira e o longo período necessário para que as árvores iniciem a frutificação e alcancem estabilidade de produção são os principais fatores responsáveis pela falta de interesse em investimentos com plantios de castanheira, havendo, assim, poucos plantios expressivos. A Fazenda Aruanã, localizada em Itacoatiara – AM, é detentora de um dos maiores cultivos de castanheira, com 318.000 árvores enxertadas para produção de frutos e 679.000 árvores para produção de madeira (INPA, 2018).

Castanheiras obtidas de mudas de pé-franco (provenientes de sementes) iniciam a frutificação por volta dos oito anos, desde que não recebam sombreamento (MÜLLER, 1981), mas precisam de um tempo ainda maior para que a produção seja estabilizada. Sendo assim, pelo plantio desse tipo de material propagativo, o produtor demora para ter retorno econômico do recurso investido e ainda não tem garantia de boa produtividade. Neste sentido, a viabilidade econômica do cultivo comercial da espécie só será possível mediante uso de material genético selecionado e propagado via enxertia, bem como a adoção de práticas adequadas de manejo pós-plantio.

A produção de mudas de pé-franco deve ser considerada quando o objetivo é a obtenção de madeira ou de porta-enxertos, enquanto a técnica da enxertia é recomendada quando o objetivo é a produção de frutos, uma vez que as plantas assim obtidas apresentam menor porte e precocidade de produção (CARVALHO e NASCIMENTO, 2016). Uma outra vantagem da enxertia, provavelmente mais importante que as demais, é a fixação do genótipo de árvores previamente selecionadas para variáveis de interesse, ou seja, produtividade e qualidade dos frutos e castanhas.

A prática da enxertia pode se tornar alternativa de exploração econômica para a agricultura familiar (GOMES, 2016), com geração de renda em menor período de tempo. Segundo Müller (1981), castanheiras enxertadas podem iniciar a produção com 3,5 anos, intensificando-se a partir do sexto ano. Produtores de Tomé-Açu/PA relatam produtividades de castanheiras enxertadas entre 6,0 a 8,8 kg de amêndoas/planta⁻¹ em plantios consorciados, com cerca de 30 anos de idade (HOMMA et al., 2014). Na fazenda Aruanã, aos seis anos de idade, a produção de plantas enxertadas foi de 1,5 kg.planta⁻¹; aos 12 anos foi de 3,5 kg.planta⁻¹; aos 20 anos foi de 10 kg.planta⁻¹ e aos 21 anos foi de 12,5 kg.planta⁻¹ (PIMENTEL, et al. 2007).

No Pará, pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental obtiveram 25 litros (aproximadamente 12 kg) de castanha por planta aos 12 anos após a enxertia. Esses resultados foram considerados promissores, quando comparados aos obtidos em castanhais nativos, onde plantas com idade superior a 50 anos produziam entre 16 a 55 litros (8 kg a 27 kg, aproximadamente) por hectare/ano, dependendo da densidade de árvores (MAUÉS et al., 2015). Em Roraima, a produção média de sementes por árvore nativa (não enxertada), considerando sete anos de monitoramento, variou de 4,2 kg a 13,2 kg, dependendo da população monitorada (TONINI e PEDROZO, 2014).

Em plantio comercial situado em Tomé Açu - PA, observou-se que a produção de castanheiras enxertadas ocorreu em média a partir do oitavo ano, estabilizando-se a partir do

15º ano. Nesse plantio, a produtividade de frutos nos anos de 2010 e 2011 foi de aproximadamente 3 ouriços/árvore, sendo considerada muito baixa (HOMMA et al., 2014). O uso de material genético selecionado, aliada ao uso de práticas de manejo adequada, pode melhorar o cenário produtivo, tanto de cultivos de pé-franco, quanto de cultivos com plantas enxertadas. Em castanhais nativos de Roraima, Pedrozo et al. (2016) conseguiram selecionar árvores que produziam, em média, até 44 kg de sementes, fato que demonstra o potencial de melhoramento da espécie.

Em relação ao melhoramento da castanheira, até o presente momento, não existem clones e variedades recomendadas para a espécie, sendo atualmente identificado no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), o registro de uma única cultivar, sem haver, no entanto, dados concretos sobre a produtividade e características das plantas oriundas dessa cultivar e nem mesmo informações sobre o processo utilizado na seleção da mesma (MAPA, 2019).

A seleção de genótipos superiores é uma tarefa bastante morosa, precisando que as árvores sejam avaliadas ao longo de várias safras para confirmação de seu comportamento produtivo (PEDROZO et al., 2015). Para tanto, a seleção de materiais locais para a realização de enxertia, possibilitará maior sucesso frente a adaptação ao ambiente.

Deste modo, visando comprovar o sucesso adaptativo das plantas enxertadas, variáveis necessitam ser avaliadas. Dentre as variáveis selecionadas, encontram-se: altura, comprimento da brotação principal, diâmetro a 10 cm do solo. Logo, o desenvolvimento vegetal da planta está expresso nessas características, uma vez que exprimem o vigor e a presença de células meristemáticas em atividade (TAIZ e ZAIGER, 2013).

2.4 Métodos de enxertia utilizados para a castanheira

A base da enxertia é a união dos biontes (hipobionte e epibionte), que ocorre pelo contato e entrelaçamento dos calos cicatriciais produzidos pelo tecido cambial do porta-enxerto e do enxerto, como resultado da reação ao corte dos tecidos (SALAZAR, 2013). Para realização da técnica da enxertia, aspectos relacionados ao vigor, ou seja, altura, diâmetro e idade do porta-enxerto, são imprescindíveis tanto no pegamento quanto no crescimento do enxerto, sendo que porta-enxertos menos vigorosos podem imprimir menor vigor à copa (LEÃO, 2017). Deve-se assim selecionar porta-enxertos que apresentem características superiores em condições específicas (RATO et al., 2008; GJAMOVSKY e KIPRIJANOVSKI, 2011).

O método de enxertia tradicionalmente utilizado para a castanheira-do-brasil é a borbulhia em placa, também conhecida como borbulhia com janela aberta (MÜLLER, 1981). No entanto, estudo recente realizado por Carvalho e Nascimento (2016) relata o uso da garfagem no topo em fenda cheia, como método alternativo à borbulhia.

A borbulhia consiste na justaposição de uma gema sobre um porta-enxerto enraizado. Na borbulhia em placa são feitas, no porta-enxerto, duas incisões transversais e duas longitudinais, de modo a liberar a região a ser ocupada pela borbulha. A borbulha é retirada do garfo, praticando-se também duas incisões transversais e duas longitudinais no ramo, de modo a obter um escudo idêntico à parte retirada do cavalo (SIMÃO, 1998).

Embora a técnica da enxertia por borbulhia em placa para a castanheira seja descrita por vários autores (MÜLLER, 1981; MÜLLER et al., 1995; CORVERA-GOMRINGER et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2010; CARVALHO e NASCIMENTO, 2016; BALDONI et al., 2017; BALDONI, 2018), há carência de estudos sobre o tempo necessário para que porta-enxertos estejam aptos para enxertia sob diferentes condições de plantio. Os únicos estudos relacionados ao crescimento de porta-enxertos de castanheira encontrados na literatura, até então, foram realizados por Baldoni et al. (2017) e Gomes (2016), sendo o primeiro realizado em condições de campo e o segundo no viveiro.

Por esse método, um bom enxertador pode obter um índice de pegamento superior a 90% (MONTENEGRO, 2017). Além da castanheira-do-brasil, o método de enxertia por borbulhia em placa tem sido eficientemente utilizado para propagação de outras espécies nativas como, mangabeira (PEREIRA et al., 2002), cupuaçuzeiro (SOUZA e SOUZA, 2018), cajueiro (CORRÊA et al., 1995), umbuzeiro (PEDROSA et al., 1991), aceroleira (GONZAGA NETO et al., 1996) e gravioleira (LEDERMAN et al., 1997), com porcentagens de pegamento que variam de 78,0% a 97,5%.

Para a castanheira, a enxertia pelo método da borbulhia em placa é realizado diretamente no campo, quando os porta-enxertos apresentam entre 1,5 m e 2,0 m de altura e diâmetro do caule de aproximadamente 2,0 cm, crescimento que no Pará é atingido entre 1,5 e 2,0 anos após o plantio das mudas (MÜLLER et al., 1995; CORVERA-GOMRINGER et al., 2010). A enxertia realizada no campo tem como principal vantagem a formação de um sistema radicular mais desenvolvido, resultando no desenvolvimento rápido e uniforme das brotações e um crescimento vigoroso, proporcionando maior facilidade e rapidez na formação da parte aérea da planta (WENDLING et al., 2017).

Para realização da enxertia por borbulhia, deve-se fazer a seleção de gemas oriundas de árvores altamente produtivas. Para a coleta das hastes devem ser observados aspectos de

coloração e diâmetro (BALDONI, 2018), uma vez que este método pode apresentar baixo pegamento devido à incompatibilidade de diâmetro entre o doador e o receptor (MAUÉS et al., 2015; MÜLLER et al., 1995). Sendo assim, antes da realização da coleta das hastes, deve-se observar o diâmetro dos porta-enxertos para que sejam coletados hastes semelhantes.

Enxertos realizados por borbulhia geralmente apresentam bons índices de pegamento (PAIVA et al., 2011; WENDLING et al., 2017). Segundo alguns autores (MÜLLER et al., 1980; 1981; 1982) a porcentagem de pegamento em castanheira fica em torno de 82%. Entretanto, Maués et al. (2005) relatam que a porcentagem de pegamento pode chegar a 95% quando adota-se o anelamento do cavalo acima do enxerto. No Mato Grosso, Baldoni et al. (2017) obtiveram 58,7% de pegamento na enxertia utilizando genótipos superiores. Segundo estes autores não houve sucesso no pegamento de três dos sete genótipos enxertados, sugerindo que fatores associados ao porta-enxerto ou à qualidade do material enxertado podem ter influenciado no pegamento.

Além da castanheira-do-brasil, o método de enxertia por borbulhia em placa tem sido eficientemente utilizado para propagação de outras espécies nativas como, mangabeira (PEREIRA et al., 2002), cupuaçuzeiro (SOUZA e SOUZA, 2018), cajueiro (CORRÊA et al., 1993), umbuzeiro (PEDROSA et al., 1991), aceroleira (GONZAGA NETO et al., 1996) e gravioleira, com porcentagens de pegamento que variam de 78,0% a 97,5%.

A garfagem é um método de enxertia que consiste na retirada e transferência de um pedaço de ramo da planta matriz (copa), também denominado garfo, que contenha uma ou mais gemas para outra planta que é o porta-enxerto. Para a castanheira, a garfagem no topo em fenda cheia envolve as seguintes etapas: decapitação do porta-enxerto, abertura de fenda longitudinal no porta enxerto, inserção do enxerto no porta-enxerto, amarração do enxerto e proteção do enxerto com câmara úmida, ou seja, um saco de plástico aspergido internamente com água e amarrado abaixo do ponto em que se fez a inserção do enxerto (CARVALHO e NASCIMENTO, 2016). Segundo esses autores a porcentagem de pegamento alcançada por este método fica em torno de 75%.

O método da garfagem apresenta algumas vantagens em relação ao método da borbulhia em placa, como por exemplo o fato de o processo ser realizado no viveiro e haver maior rendimento do enxertador (CARVALHO e NASCIMENTO, 2016). No entanto, é importante ressaltar que para a borbulhia em placa é utilizada apenas uma gema, enquanto que para a garfagem é utilizado o ápice de ramos. Neste sentido, o método da borbulhia seria mais vantajoso, uma vez que cada haste disponibiliza várias gemas viáveis, possibilitando maior rendimento de plantas enxertadas (WENDLING et al, 2017). Para a castanheira, esta

vantagem deixará de ser importante a medida que forem implantados jardins clonais, uma vez que, por esses jardins, será disponibilizada maior quantidade de material propagativo de qualidade genética superior e com maior facilidade de coleta que em árvores nativas.

Para o processo de enxertia da castanheira, deve-se utilizar hastes de pelo menos cinco clones para garantir a produção de frutos, uma vez que esta espécie tende a apresentar certo grau de auto-incompatibilidade na fecundação dos óvulos (MÜLLER et al., 1980; 1982). Entretanto, quanto maior o número de clones no plantio, maiores serão as chances de cruzamento e menor a vulnerabilidade genética, uma vez que a variabilidade genética do plantio é aumentada.

Embora existam vários relatos técnicos sobre a enxertia da castanheira, principalmente pela técnica da borbulhia em placa, poucos são os resultados de pesquisas relacionadas ao crescimento de porta-enxertos e enxertos provenientes de genótipos selecionados. Estudos como estes poderão auxiliar na compreensão do comportamento de diferentes genótipos enxertados em condições de plantio.

2.5 Melhoramento genético da castanheira-do-brasil

O melhoramento genético florestal se dá através da seleção de indivíduos superiores, identificados em plantações comerciais ou em populações nativas. Esses indivíduos podem ser vegetativamente multiplicados, ou restabelecidos em um delineamento adequado para a comprovação de sua superioridade genética, para a produção de sementes ou para a propagação comercial (GOLLE et al., 2009). Além disso, podem servir para a recombinação em novos cruzamentos (RESENDE, 2005; GOLLE, 2009).

Árvores mais produtivas, com amêndoas de melhor qualidade e que apresentem precocidade de produção são desejáveis quando se considera o cultivo de uma espécie de ciclo juvenil tão longo como a castanheira. Sendo assim, a disponibilidade de material genético selecionado, a produção de mudas de elevada qualidade genética e fitossanitária e o uso eficiente da técnica da enxertia são essenciais ao cultivo da espécie (MÜLLER, 1981; MÜLLER et al., 1995; CORVERA-GOMRINGER et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2010; CARVALHO; NASCIMENTO, 2016; BALDONI et al., 2017; PEDROZO et al., 2017; BALDONI, 2018).

Ainda não existem variedades recomendadas para a castanheira, fato que faz com que, geralmente, os escassos plantios existentes para a espécie sejam efetuados com sementes ou hastes coletadas de árvores de origem genética desconhecida, colaborando, assim, para a baixa produtividade e qualidade de castanhas.

Müller et al.(1995) relatam a existência de 10 clones de castanheira selecionados em castanhais nativos, pela Embrapa Amazônia Oriental. No entanto, não há informações sobre a estratégia de seleção utilizada nem há, na literatura, informações sobre avanços alcançados, quanto ao melhoramento, a partir da obtenção destes clones.

No princípio dos anos 2000, estudos voltados ao melhoramento da castanheira foram iniciados pelo Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), no Peru, com a caracterização, avaliação e seleção de genótipos promissores. Recentemente, no Brasil, foram iniciados pela Embrapa, estudos similares visando a instalação de jardins clonais contendo genótipos selecionados em vários Estados da região amazônica.

A implantação de jardins clonais é essencial ao estímulo do cultivo da castanheira, uma vez que a coleta de material propagativo em árvores nativas é uma atividade trabalhosa, de elevado custo e altamente perigosa. Além disso, nestas árvores é obtida reduzida quantidade de material propagativo (gemas ou garfos) para enxertia. Os jardins clonais poderão ser úteis, também, para outros estudos de propagação e melhoramento, além de atuarem na conservação *ex-situ* de genótipos de interesse.

Segundo Müller et al. (1980), o cultivo de castanheiras enxertadas deverá ser formado por pelo menos cinco genótipos produtivos, visando a garantia da produção de frutos, visto que parece haver auto-incompatibilidade na fecundação dos óvulos. Entretanto, quanto maior o número de genótipos no plantio, maiores serão as chances de cruzamento e menor a vulnerabilidade genética, uma vez que a variabilidade genética do plantio é aumentada.

A castanheira apresenta variabilidade genética em relação à produção de frutos e sementes: forma, tamanho e peso dos frutos e forma, tamanho, peso e número de sementes por fruto (PINHEIRO, 1967; TONINI e PEDROZO, 2014; PEDROZO et al., 2015; TEIXEIRA et a., 2015; PEDROZO, et al., 2017).

Em estudo de seleção de genótipos realizado por Pedrozo et al. (2015), em populações nativas de Roraima, observa-se que as variáveis da produção de castanha são altamente influenciados pelas condições ambientais temporárias, sendo necessário pelo menos nove anos de avaliação consecutivos para seleção quanto as variáveis número de frutos por planta e peso de sementes por planta. Tonini e Pedrozo (2014) e Pedrozo et al. (2015) afirmam que castanheiras que apresentam elevada produtividade e repetitibilidade de produção ao longo dos anos são de grande interesse para a produção de material propagativo de qualidade genética superior.

Ainda no estudo realizado por Pedrozo et al. (2015), foi possível selecionar genótipos com produção média de 368 frutos.ano⁻¹ e 45 kg de castanhas com casca.ano⁻¹, resultados que

mostram a possibilidade de obtenção de ganhos genéticos com a seleção de plantas em áreas nativas. No entanto, o comportamento vegetativo e produtivo desses genótipos selecionados precisa ser confirmado em condições de cultivo, visto que os genótipos podem ser influenciados pelas condições ecológicas e edafoclimáticas diferenciadas destas condições.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado no Campo Experimental Serra da Prata, pertencente à Embrapa Roraima e localizado no município de Mucajaí – RR (02° 22' 36" Norte e 60° 59' 48,5" Oeste). A área é representativa de floresta ombrófila aberta e encontrava-se coberta por vegetação secundária de aproximadamente 10 anos (OLIVEIRA et al, 2015).

O solo, considerado como Latossolo Vermelho Amarelo, apresentava no momento da implantação dos experimentos, as seguintes características químicas na profundidade de 20 cm: teor de matéria orgânica = 2,3 dag kg⁻¹; pH = 6,5; Al = 0,0 mmolc dm⁻³; Ca = 30 mmolc dm⁻³; Mg = 7 mmolc dm⁻³; K = 0,8 mmolc dm⁻³ e P = 4,0 mg dm⁻³.

O clima da região é do tipo Aw (Köppen) com período seco de 4 meses por ano (BARBOSA, 1997) e a precipitação pluvial anual média registrada para o local do experimento situa-se na faixa de 1.840 a 2.090 mm por ano (MOURÃO JÚNIOR et al., 2003).

3.2 Descrição dos experimentos

Dois experimentos foram conduzidos, sendo um relacionado ao crescimento de porta-enxertos (A) e o outro relacionado ao pegamento e crescimento inicial de enxertos de castanheira-do-brasil (B). Os experimentos A e B foram implantados no campo nos anos de 2015 e 2014, respectivamente.

No presente estudo, a enxertia foi realizada em porta-enxertos provenientes de mudas de sementes do próprio genótipo selecionado, esperando-se, com isso, aumentar a compatibilidade no pegamento. Além disso, uma pré-seleção para o crescimento das mudas foi realizada no viveiro visando a redução da variabilidade entre porta-enxertos dentro dos genótipos selecionados.

3.2.1 Experimento A: Crescimento de porta-enxertos de castanheira-do-brasil provenientes de genótipos selecionados

O experimento consta de porta-enxertos provenientes de 9 genótipos selecionados (Claudio 34, Claudio 54, Claudio 68, K7-106, K7-37, K7-85, Natanael 14, Natanael 15,

Natanael 24) de castanhais nativos do Laranjal do Jari (Amapá). A seleção dos genótipos foi realizada com base em dados de produção avaliados ao longo de várias safras.

O experimento foi instalado em 2015, no delineamento de blocos casualizados, com quatro blocos, sendo os tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas no tempo, onde as parcelas representam os genótipos e as sub-parcelas três épocas de avaliação (6 meses, 25 meses e 36 meses após o plantio). Cada parcela experimental consistiu de uma planta.

O preparo da área consistiu de destoca, aração e nivelamento do solo, sendo o plantio realizado em covas circulares de 40 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade e no espaçamento de 7m x 7m.

Foram utilizados no plantio 5 litros de esterco bovino e 100 g de superfosfato triplo por cova. Duas semanas após o plantio, como adubação de cobertura foram utilizados 50 g de ureia, 25 g de FTE e 30 g de KCl por planta. Aos 12, 24 e 36 meses após o plantio, cada planta foi adubada com 25 g de FTE e 100 g de NPK 08:28:20.

Para controlar a emergência de plantas espontâneas, bem como para cobrir e proteger o solo da área experimental, no ato do plantio foram espalhadas, a lanço, sementes de estilosantes cultivar Campo Grande. Essa prática evita a aplicação de herbicidas, além de conservar a umidade do solo, reduzindo a necessidade de irrigação, em caso de estiagem.

Como atividades de manutenção do experimento foram realizados: 1) adição de matéria seca ao redor das plantas no período seco de 2015 (novembro a março de 2016); 2) roçagem do estilosantes em maio/junho de cada ano para facilitar a avaliação das plantas; 3) quebra das plantas espontâneas na área de projeção da copa das castanheiras; e 4) irrigação semanal das plantas, com uso de caminhão pipa, nos períodos de estiagem intensa (novembro a março) de 2015/ 2016 e 2017/2018.

Aos 06 meses (novembro/2015), 25 meses (junho/2017) e 36 meses (maio/2018) após o plantio, os porta-enxertos foram avaliados quanto ao diâmetro do caule (cm) a 10 cm do solo e altura total da planta (m), sendo utilizados, para isso, paquímetro manual e trena, respectivamente.

Os dados coletados foram inicialmente avaliados quanto à normalidade pelo método de Shapiro-Wilk sendo, posteriormente, submetidos à análise de variância. As médias dos genótipos foram agrupadas pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de significância, enquanto que, para as médias das épocas de avaliação foi realizada análise de regressão linear. O Programa Sisvar (FERREIRA, 2011) foi utilizado nas análises estatísticas.

3.2.2 Experimento B: Pegamento e crescimento inicial de brotações de enxertos de castanheira-do-brasil provenientes de genótipos selecionados

O plantio e o manejo pós-plantio dos porta-enxertos no campo foi realizado conforme já mencionado no experimento A. Nas Figuras 1A, 1B e 1C são apresentados dados de temperatura média mensal, umidade relativa do ar e precipitação registrada na área experimental desde o momento da enxertia até os 19 meses após a enxertia.

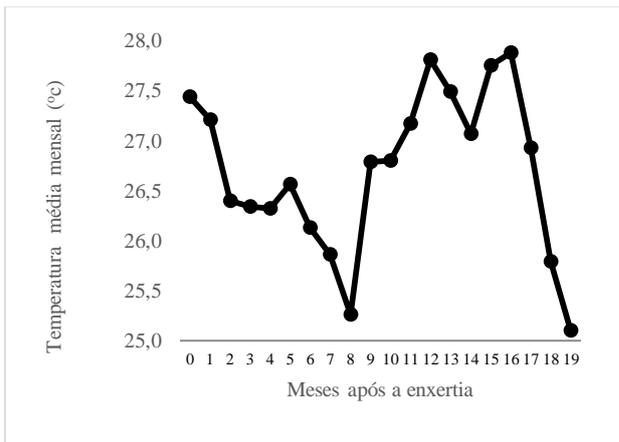


Figura 1A. Temperatura média mensal registrada no Campo Experimental Serra da Prata, desde o momento da enxertia até os 19 meses após a enxertia (Dez/2016 a Julho/2018).

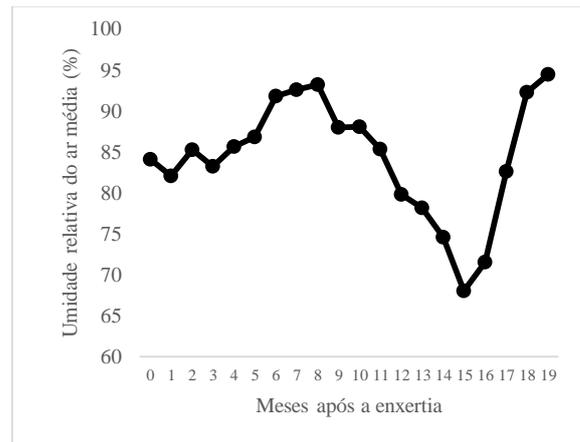


Figura 1B. Umidade relativa mensal registrada no Campo Experimental Serra da Prata, desde o momento da enxertia até os 19 meses após a enxertia (Dez/2016 a Julho/2018).

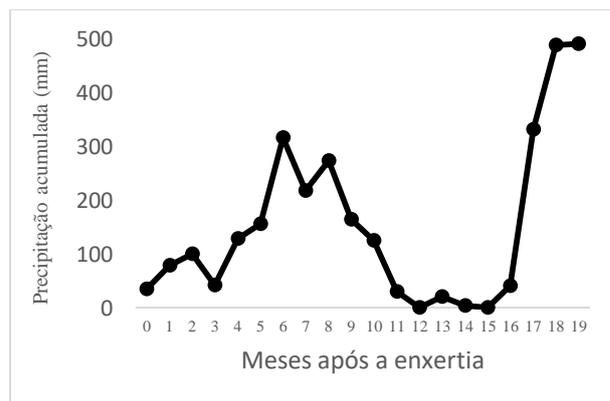


Figura 1C. Precipitação acumulada mensal registrada no Campo Experimental Serra da Prata, desde o momento da enxertia até os 19 meses após a enxertia (Dez/2016 a Julho/2018).

Em junho de 2014, mudas de castanheira coletadas de genótipos selecionados de três populações nativas de Roraima (São João da Baliza – SJB, região do Itã em Caracaraí – ITA e região do Cujubim em Caracaraí - CUJ) foram plantadas no Campo Experimental Serra da Prata. A seleção dos genótipos foi feita, anteriormente, com base em dados de produção avaliados ao longo de várias safras (TONINI e PEDROZO, 2014; PEDROZO et al., 2015).

Em novembro/dezembro de 2016 foram coletadas hastes contendo gemas dos genótipos selecionados para enxertia. O método de enxertia utilizado foi o de borbulhia em placa, com anelamento acima do enxerto, conforme descrito por Müller et al. (1995) e adaptado por Corvera-Gomringer et al. (2010). As hastes coletadas de cada genótipo foram embaladas em papel jornal umedecido e armazenadas em caixa de isopor por no máximo três dias. Foram utilizados porta-enxertos de aproximadamente dois anos e meio de idade, provenientes de mudas produzidas dos próprios genótipos selecionados. Os tratamentos culturais realizados subsequentemente à enxertia compreenderam roçagem e adubação do experimento, conforme já mencionado no experimento A.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro blocos, com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida no tempo, onde as parcelas foram constituídas por número variável de genótipos selecionados (7 ou 9 genótipos) e as subparcelas por número variável de épocas de avaliação (2, 3 ou 12 épocas), dependendo da variável avaliada, conforme descrição abaixo. Cada parcela experimental foi constituída por uma planta.

Aos 45, 90 e 120 dias após a enxertia, os enxertos de 9 genótipos (SJB-119, SJB-136, SJB-163, ITA-P0104, ITA-P0128, ITA-P0151, ITA-P0242, ITA-P02108 e CUJ-P0233) foram avaliados quanto ao pegamento (P; %). Aos 90 e 120 dias após a enxertia, os enxertos que apresentavam pegamento foram classificados como: enxerto sem brotação (ESB; %), enxerto com início de brotação (EIB, %) ou enxerto com broto desenvolvido (EBD, %). Para estas variáveis dois genótipos que apresentaram baixas porcentagens de pegamento (ITA-P0151 e CUJ-P0233) foram descartados, restando então, sete genótipos.

Adicionalmente, entre os 8 e 19 meses após a enxertia, os enxertos dos sete genótipos avaliados para ESB, EIB e EBD foram avaliados, mensalmente, quanto às seguintes variáveis: número de brotações laterais (NBL); comprimento da brotação principal (CBP; m) e; diâmetro da brotação principal (DBP; cm). Para avaliação do DBP e CBP foram utilizados paquímetro manual e trena, respectivamente, sendo o DBP avaliado a 5,0 cm do enxerto.

No presente estudo, a enxertia foi realizada em dezembro de 2016, período caracterizado por condições climáticas desfavoráveis (Figuras 1A, 1B e 1C), principalmente em relação à precipitação.

Por se tratar de experimento sem repetição, os dados das variáveis P, ESB, EIB e EBD foram submetidas à análise estatística descritiva. Os dados das demais variáveis foram inicialmente avaliados quanto à normalidade pelo método de Shapiro-Wilk sendo, posteriormente, submetidos à análise de variância. As médias dos genótipos foram agrupadas pelo teste de Skott-Knott, em nível de 5% de significância, enquanto que, para as médias das épocas de avaliação foi realizada análise de regressão linear. O Programa Sisvar (FERREIRA, 2011) foi utilizado nas análises estatísticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento de porta-enxertos de castanheira-do-brasil provenientes de genótipos selecionados

Tanto a variável altura (ALT), quanto o diâmetro (DIA) dos porta-enxertos de genótipos selecionados de castanheira-do-brasil apresentaram distribuição normal dos dados, não sendo necessária transformação estatística dos mesmos. O resumo da análise de variância para as variáveis é apresentado na Tabela 1, podendo-se por ela observar que houve significância ($p < 0,05$) apenas para o fator tempo. A falta de efeito significativo para a interação Matriz x Tempo indica independência entre estes fatores.

Tabela 1. Análise de variância para altura da planta (ALT; m) e diâmetro a 10 cm do solo (DIA; cm) de porta-enxertos provenientes de nove genótipos de castanheira-do-brasil, avaliados em diferentes idades. Mucajaí – RR, 2017

FV	GL	QM	
		ALT	DIA
Bloco	3	0,0439	0,8269
Matriz	8	0,4595 ^{ns}	2,3802 ^{ns}
erro 1	24	0,4047	1,9757
Tempo	2	23,7539*	108,3797*
Matriz x Tempo	16	0,0737 ^{ns}	0,6714 ^{ns}
erro 2	6	0,0678	0,1862
erro 3	48	0,0876	0,5589

CV1	46,16	57,68
CV2	18,89	17,71
CV3	21,47	30,68
Média geral	1,38	2,44

* e ^{ns}: significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os coeficientes de variação (CV) foram elevados para genótipos e moderados para os demais fatores, indicando grande dispersão ou variabilidade dos dados dentro de cada genótipo selecionado (PIMENTEL-GOMES e GARCIA, 2002). Tal fato pode ter ocorrido devido às diferenças genóticas entre os porta-enxertos dentro de cada genótipo selecionado, uma vez que a castanheira-do-brasil é uma espécie com predominância de fecundação cruzada (SILVA et al., 2012).

Os porta-enxertos apresentaram crescimento linear crescente e significativo para ALT e DIA ao longo do tempo de avaliação (Figuras 2A e 2B), com as maiores médias observadas aos 36 meses (2,17 m e 4,19 cm). 98,72% e 97,24% da variação da ALT e do DIA, respectivamente, é explicada pela idade dos porta-enxertos.

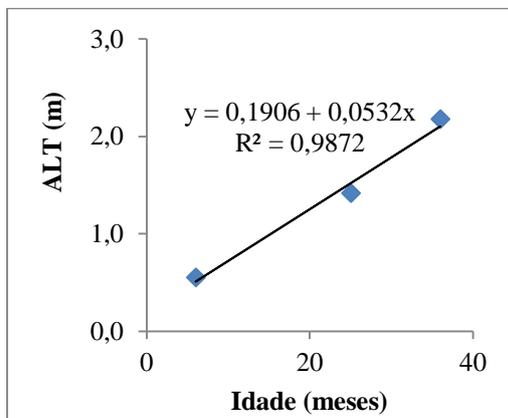


Figura 2A. Altura (ALT) de porta-enxertos de castanheira-do-brasil em função de diferentes idades de avaliação.

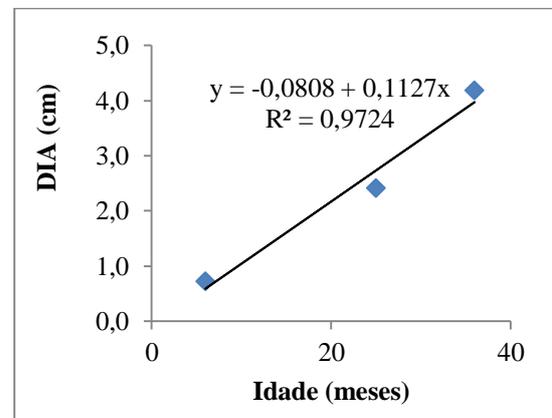


Figura 2B. Diâmetro a 10 cm do solo (DIA) de porta-enxertos de castanheira-do-brasil em função de diferentes idades de avaliação.

Segundo informações técnicas de Müller et al. (1995) e Nascimento et al. (2010), a enxertia da castanheira-do-brasil, no campo, é realizada quando os porta-enxertos apresentam entre 1,5 m e 2,0 m de altura, crescimento que, para as condições do Pará, ocorre quando as plantas apresentam entre 18 e 24 meses de idade. Na região de Madre de Dios, no Peru, porta-

enxertos de castanheira apresentam porte adequado para enxertia quando apresentam entre 12 e 15 meses de idade (CORVERA-GOMRINGER et al., 2010).

Os porta-enxertos atingiram a altura de enxerto recomendada, ou seja, entre 1,5 m a 2,0 m de altura (Figura 2A), quando apresentavam entre 26 meses e 34 meses de idade. Neste mesmo período, as plantas apresentavam diâmetro médio entre 2,41 cm e 3,75 cm a 10 cm do solo (Figura 2B). Em relação ao diâmetro, é recomendado que, no momento da enxertia, os porta-enxertos apresentem aproximadamente 2,0 cm de diâmetro no ponto da enxertia (CORVERA-GOMRINGER et al., 2010). Como no presente estudo a medição do diâmetro foi feita a 10 cm do solo, era esperado que os valores obtidos fossem maiores que 2,0 cm, visto que esta variável é reduzida da base para o ápice do caule.

Os dados de crescimento indicam que, em Roraima, os porta-enxertos de castanheira crescem mais lentamente que porta-enxertos da mesma espécie, implantados no Pará e na região de Madre de Dios (MÜLLER, et al., 1995; NASCIMENTO et al., 2010; CORVERA-GOMRINGER et al., 2010). Este fato também foi observado por Baldoni et al. (2017) em porta-enxertos avaliados durante oito meses de plantio no Mato Grosso.

Segundo Wendling et al. (2017), é recomendado que para a produção de porta-enxertos sejam utilizadas sementes de origem regional, pelo fato de as mesmas apresentarem maior adaptabilidade às condições de clima e solo do local de plantio. Com base nesta recomendação, um dos fatores que pode ter afetado o desenvolvimento dos porta-enxertos avaliados neste estudo é a origem dos mesmos, os quais são provenientes do Amapá. Outros fatores que podem explicar as diferenças de crescimento de porta-enxertos entre os diferentes Estados são as diferenças genéticas entre os genótipos doadores de sementes, bem como as diferenças edafoclimáticas e de manejo pré e pós-plantio entre os locais.

Em outro estudo com porta-enxertos provenientes de genótipos selecionados do sul de Roraima e implantados no mesmo campo experimental do presente estudo (ALENCAR et al., 2015), foi obtido crescimento similar ao obtido aos 12 meses após o plantio (0,86 cm de ALT e 1,26 cm de DIA).

Um dos principais entraves ao cultivo comercial da castanheira-do-brasil é a carência de material genético selecionado para propagação, seja na forma de sementes para produção de porta-enxertos, seja na forma de gemas e/ou garfos para enxertia. Neste sentido, genótipos com elevada produção, com bom vigor vegetativo e livre de sintomas de pragas e doenças devem ser selecionados, sendo esta uma das etapas fundamentais para se obter sucesso na enxertia.

Segundo Cardinal et al. (2007), o porta-enxerto tem capacidade de interferir no resultado produtivo das combinações de enxerto e porta-enxerto, comprovando que o uso de porta-enxertos obtidos de sementes não selecionadas é desaconselhado. No presente estudo, embora não tenham sido observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para ALT e DIA entre porta-enxertos provenientes de diferentes genótipos (Tabela 01), aos 25 meses após o plantio em campo, os porta-enxertos de três genótipos (K7-37, Natanael 14 e Natanael 15) já apresentavam porta-enxertos com altura suficiente para enxertia (Tabela 2), enquanto que aos 36 meses a maioria dos genótipos apresentam altura superior à adequada. Os porta-enxertos do genótipo Claudio 68 apresentaram baixo crescimento. Em média, a ALT dos porta-enxertos aos 6, 25 e 36 meses após o plantio foi de 0,55 m, 1,41 m e 2,17 m; respectivamente, enquanto o DIA foi 0,72 cm; 2,41 cm e 4,19 cm, respectivamente.

Tabela 2. Valores médios da altura (ALT) e do diâmetro a 10 cm do solo (DAS) de porta-enxertos provenientes de nove progênes de castanheira-do-brasil, avaliados aos 6, 25 e 36 meses após o plantio em campo. Mucajaí – RR, 2017

Progênes	Tempo (meses)					
	ALT (m)			DIA (cm)		
	6	25	36	6	25	36
Claudio 34	0,67	1,45	2,35	0,78	2,77	4,52
Claudio 54	0,56	1,40	2,05	0,67	2,35	3,95
Claudio 68	0,37	1,00	1,61	0,66	1,45	2,72
K7-106	0,54	1,44	2,17	0,69	2,47	4,35
K7-37	0,51	1,52	2,51	0,70	2,90	4,57
K7-85	0,66	1,48	2,25	0,79	2,42	3,97
Natanael 14	0,65	1,75	2,59	0,74	3,17	5,52
Natanael 15	0,45	1,54	2,15	0,65	2,42	4,60
Natanael 24	0,52	1,15	1,86	0,75	1,70	3,45
Média geral	0,55	1,41	2,17	0,72	2,41	4,19

Segundo Wendling et al. (2017), uma das desvantagens de porta-enxertos originados da propagação seminal é a existência de variabilidade genética entre os porta-enxertos, o que pode levar a uma diferença de respostas no crescimento e na produção das plantas enxertadas.

Sendo assim, o ideal seria a seleção de genótipos que proporcionem porta-enxertos com vigor semelhante, visando maior homogeneidade no processo de enxertia no campo. Além deste aspecto, será necessário avaliar, no futuro, combinações de copa e porta-enxertos, indicando assim, genótipos de porta-enxertos ideais à enxertia.

4.2 Pegamento e crescimento inicial de brotações de enxertos de castanheira-do-brasil provenientes de genótipos selecionados

Na Tabela 3 são apresentadas as porcentagens de pegamento dos enxertos avaliados aos 45 dias, 90 dias e 120 dias após a enxertia. A média geral de pegamento nestes períodos de avaliação foi de 84,4%, 77,1% e 74,0%, respectivamente. Obtenção de porcentagem média de pegamento de 82% foi relatada por outros autores (MÜLLER et al., 1981; MÜLLER et al., 1982), ao utilizar o mesmo método de enxertia (borbulhia em placa) em campo. Resultados obtidos por Baldoni et al. (2018), no Mato Grosso, foram inferiores aos obtidos no presente estudo, com 58,7% de pegamento aos 90 dias após a enxertia. Segundo estes autores não houve sucesso no pegamento de três dos sete genótipos enxertados, sugerindo que fatores associados ao porta-enxerto ou à qualidade do material enxertado podem ter influenciado no pegamento. Maués et al. (2005) relatam que a porcentagem de pegamento pode chegar a 95% quando adota-se o anelamento do cavalo acima do enxerto.

Tabela 3. Porcentagem de pegamento de enxertos provenientes de nove genótipos de castanheira, avaliados aos 45, 90 e 120 dias após a enxertia. Mucajaí – RR, 2017

Genótipo selecionado	Pegamento (%)		
	45 dias	90 dias	120 dias
SJB-119	100,0	100,0	100,0
SJB-136	100,0	100,0	100,0
SJB-163	100,0	75,0	75,0
ITA-P0104	100,0	100,0	100,0
ITA-P0128	100,0	66,7	66,7
ITA-P0151	25,0	25,0	25,0
ITA-P0242	100,0	100,0	100,0
ITA-P02108	100,0	100,0	100,0
CUJP02-33	50,0	50,0	25,0
Média geral	84,4	77,1	74,0

Em Roraima, a renovação foliar da castanheira em áreas nativas ocorre, de forma geral, entre junho e dezembro de cada ano, a realização da enxertia em um período mais favorável, ou seja, no final das chuvas (agosto/setembro), poderia trazer maiores porcentagens de pegamento, devendo esse fator ser avaliado futuramente.

Para o caso específico da castanheira, o método de enxertia por borbulhia é o mais recomendado para a prática em campo, por apresentar alto índice de pegamento e tolerância à exposição ao sol. Essa prática provoca a morte gradativa do porta-enxerto acima do ponto de enxertia, promove a quebra da dormência das gemas, possibilitando assim o início das brotações. Além disso, o anelamento evita o excesso de brotações do porta-enxerto e uniformiza os brotos dos enxertos realizados (MÜLLER et al., 1995).

Domingos e Wendling (2006) e Wendling et al. (2009) encontraram diferentes porcentagens de pegamento de enxertos de diferentes genótipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), pelo método da garfagem em fenda cheia, demonstrando a influência do genótipo no pegamento. Ao se considerar o fator genótipo, cinco genótipos apresentaram 100% de pegamento em todos os períodos avaliados (SJB-119, SJB-136, ITA-P0104, ITA-P0242 e ITA-P02108), indicando bom vigor do material propagativo (hastes) coletado das mesmas, enquanto que, os genótipos MVVP02-33 e ITA-P0151 apresentaram reduzidas taxas de pegamento (25% a 50%) em todos os períodos de avaliação. Vale ressaltar que a amostragem de porta-enxertos utilizada para cada genótipo (4 porta-enxertos) foi pequena e que diferenças em relação aos resultados obtidos para o pegamento poderiam ser obtidas com a ampliação da amostragem.

Vários fatores, além do genótipo do enxerto e porta-enxerto, podem influenciar no processo da enxertia: 1) época de enxertia; 2) método utilizado; 3) condição fisiológica e sanidade do enxerto e porta-enxerto; 4) estágio fenológico dos enxertos; 5) condições climáticas; 6) habilidade do enxertador; e 7) condução pós-enxertia (RIBEIRO et al., 2005; PAIVA e GOMES, 2011). Com exceção do estágio fenológico dos genótipos e da condição fisiológica das hastes coletadas, os demais fatores foram os mesmos para todos os genótipos enxertados.

Em relação ao estágio fenológico e condição fisiológica dos genótipos, é provável que tenha havido variação entre os genótipos, já que a coleta foi realizada em árvores nativas, as quais podem variar entre si quanto à fenologia, bem como quanto à condição fisiológica das hastes no momento da coleta, as quais poderiam não estar suficientemente lignificadas. Em populações nativas, nem sempre é possível coletar hastes com as mesmas condições fenológicas e fisiológicas, além da dificuldade de acesso e coleta devido à altura das plantas.

Estas dificuldades poderão ser superadas com a coleta de material propagativo em jardins clonais, onde as plantas tem menor porte, homogeneidade em relação à idade e são submetidas aos mesmos tratos culturais.

A variabilidade genética dos porta-enxertos, resultante da propagação por sementes, também pode influenciar o pegamento entre diferentes genótipos utilizados como enxertos, fato foi observado por Bezerra et al. (2002) em genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), pelo método da garfagem no topo em fenda cheia. Segundo Müller (1982), em castanheira pode ocorrer incompatibilidade entre enxerto e porta-enxerto.

Três genótipos (SJB-163 e ITA-P0128 e CUJ02-33) apresentaram queda na taxa de pegamento ao longo do tempo (Tabela 3), demonstrando maior confiabilidade na avaliação realizada em estágio mais avançado (120 dias após a enxertia). Este fato foi também observado por Domingos e Wendling (2006) e Wendling et al. (2009), ao avaliar diferentes genótipos de erva-mate enxertados pelo método da garfagem em fenda cheia. Embora vários outros estudos de enxertia tenham sido realizados com a castanheira (MÜLLER et al., 1980; 1981; 1982; BALDONI et al., 2018), nenhum deles avaliou a taxa de pegamento ao longo do tempo.

A Tabela 04 mostra a classificação dos enxertos quanto à emissão de brotações, aos 90 e 120 dias após a enxertia. A porcentagem média geral de enxertos sem brotações (ESB), em início de brotação (EIB) e com brotos desenvolvidos (EBD) aos 90 dias após a enxertia foi de 31,0%, 22,6% e 46,4%, respectivamente. Aos 120 dias após a enxertia, as porcentagens foram de 16,7%, 3,6% e 79,8%, respectivamente, mostrando ter havido aumento da porcentagem de plantas que apresentavam brotos desenvolvidos e em início de desenvolvimento. Aos 90 e aos 120 dias, 69,0% e 83,3% dos enxertos “pegos” se encontravam em início de brotação (EIB) ou com brotos desenvolvidos, o que, respectivamente, representa 63,29% e 76,36% do total de plantas enxertadas dos sete genótipos avaliados para ESB, EIB e EBD. No Mato Grosso, Baldoni (2018) obtiveram apenas 19,57% do total de castanheiras enxertadas com brotação e aos 90 dias após a enxertia. Estes são os únicos estudos que relatam a situação da brotação de enxertos em castanheira-do-brasil pelo método da borbulhia em placa. Ao utilizar a técnica da garfagem no topo em fenda cheia, Carvalho e Nascimento (2016) observaram tempo médio para brotação entre 24 e 30 dias após a enxertia.

De acordo com Leite et al. (2013), no método da borbulhia, as gemas podem estar dormentes, fazendo com que haja retardo de brotação das mesmas, havendo, portanto, necessidade de período mais longo para sua brotação. Esse fato justifica o acompanhamento do pegamento e brotação ao longo do tempo, como realizado no presente estudo.

Tabela 4. Porcentagem de enxertos sem brotação (ESB), em início de brotação (EIB) e com brotos desenvolvidos (EBD), obtidos de sete genótipos, aos 90 e aos 120 dias após a enxertia. Mucajaí – RR, 2017

Genótipo selecionado	90 dias			120 dias		
	ESB	EIB	EBD	ESB	EIB	EBD
SJB-119	50,0	0,0	50,0	50,0	0,0	50,0
SJB-136	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0	100,0
SJB-163	66,7	0,0	33,3	33,3	0,0	66,7
ITA-P02108	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
ITA-P0104	0,0	25,0	75,0	0,0	25,0	75,0
ITA-P0128	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
ITA-P0242	100,0	0,0	0,0	33,3	0,0	66,7
Média geral	31,0	22,6	46,4	16,7	3,6	79,8

Ao avaliar a situação dos enxertos de cada genótipo isoladamente, verificou-se que os genótipos SJB-119, ITA-P0104 e ITA-P02108 foram os únicos que não apresentaram diferenças entre os períodos de avaliação. Para os demais genótipos, houve tendência de redução dos enxertos sem brotação e com início de brotação e aumento dos enxertos com brotos desenvolvidos.

Aos 120 dias após a enxertia, todas os genótipos apresentavam, em maior ou menor porcentagem, brotos desenvolvidos. No entanto, neste período, os genótipos SJB-136, ITA-P02108 e ITA-P0128 apresentaram 100% dos enxertos com brotos desenvolvidos, sendo que este último genótipo já apresentava esta porcentagem aos 90 dias após a enxertia. Estes resultados demonstram a precocidade de desenvolvimento dos brotos do genótipo ITA-P0210.

Em estudo realizado com erva-mate (DOMINGOS e WENDLING, 2006) foram observadas diferenças entre genótipos quanto ao percentual de brotos menores que 1,0 cm,

percentual de brotos maiores que 1,0 cm e percentual de enxertos vivos sem brotos. Celant et al. (2009) também observaram diferenças entre genótipos de marmeleiro (*Chaenomeles sinensis*; *Cydonia oblonga*) quanto à porcentagem de brotação. No entanto, a técnica de enxertia utilizada nestes estudos foram a garfagem em fenda cheia e a garfagem tipo fenda dupla, respectivamente. Os resultados obtidos por estes estudos, juntamente com os obtidos no presente estudo, confirmam a influência dos genótipos na brotação dos enxertos.

Os dados das variáveis número de brotações laterais (NBL) e do diâmetro da brotação principal (DBP), obtidos de enxertos de genótipos selecionados de castanheira-do-brasil, não seguiram distribuição normal, sendo os mesmos transformados para $\sqrt[2]{x + 0,5}$. Na Tabela 5 é apresentado o resumo da análise de variância para estas duas variáveis e para o comprimento da brotação principal (CBP), onde pode-se observar que houve significância ($p < 0,05$) para o fator tempo e para interação Matriz x Tempo das três variáveis, indicando dependência entre estes dois fatores. Em relação ao fator genótipo, isoladamente, não foi observada significância para nenhuma das variáveis.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para número de brotações laterais (NBL), comprimento da brotação principal (CBP; cm) e diâmetro da brotação principal (DBP; mm) de sete genótipos selecionados de castanheira-do-brasil, avaliadas dois 8 aos 19 meses após a enxertia. Mucajaí – RR, 2018

FV	GL	NBL	CBP	DBP
		QM		
Bloco	3	8,8419	11684,1566	1,0686
Matriz	6	4,6420 ^{ns}	7272,7180 ^{ns}	8,8196 ^{ns}
erro 1	18	6,8614	21053,6470	12,5307
Tempo	11	6,3831*	24833,9196*	12,4611*
Matriz x Tempo	66	0,2669*	382,5209*	0,0472*
erro 2	33	0,1709	357,6719	0,0952
erro 3	198	0,0549	169,1385	0,0307
CV1 (%)		117,33	110,04	70,18
CV2 (%)		18,51	14,34	6,12
CV3 (%)		10,50	9,86	3,47
Média geral		2,2 (5,3)	131,86	5,04 (26,23)

* e ^{ns}: significativo e não significativo a de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Número entre parênteses representa a média dos valores não transformados.

Como observado para os resultados referentes ao crescimento dos porta-enxertos, para o crescimento inicial das brotações dos enxertos, os coeficientes de variação (CV) dos genótipos foram elevados, enquanto que os dos demais fatores variaram de baixos a moderados. Os elevados coeficientes de variação observados para genótipos podem ser explicados pelas diferenças genotípicas dos porta-enxertos dentro de cada genótipo enxertado, os quais podem ter interagido com o genótipo dos enxertos e influenciado no crescimento destes.

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios do NBL, CBP e DBP para os genótipos dentro de cada época de avaliação. É possível observar que, de forma geral, para o NBL até os 15 meses após a enxertia, os genótipos ITA-P0128, ITA-P02108 e SJB-136 apresentaram maior número de brotações laterais quando comparados aos demais genótipos. A partir dessa época, no entanto, ITA-P0104 e SJB-163 passaram a ter maior número de brotações. O período de 15 a 19 meses após a enxertia (fevereiro a junho de 2018) é marcado, na área experimental, por aumento da precipitação e umidade relativa, bem como pela redução da temperatura. Por essas informações é possível concluir que os genótipos ITA-P0104 e SJB-163, sob as condições climáticas favoráveis do período em questão, apresentaram maior capacidade de emissão de novas brotações do que os demais genótipos, fato que pode ser explicado pelo vigor dos enxertos ou maior disponibilidade de reservas do material propagado (GÓES et al., 2016).

Tabela 6. Valores médios do diâmetro da brotação principal (DBP; mm), do comprimento da brotação principal (CBP; cm) e do número de brotações laterais (NBL) de 7 genótipos de castanheira-do-brasil em 12 épocas de avaliação. Mucajá – RR, 2018

Matriz	Meses após a enxertia												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
DBP	ITA-P0104	3,53 B	3,70 B	4,11 B	4,49 C	4,62 C	4,92 C	4,97 C	5,01 C	5,08 C	5,19 C	5,42 C	5,60 C
	ITA-P0128	3,16 C	3,51 C	3,88 C	4,16 D	4,36 D	4,61 D	4,64 D	4,66 D	4,80 C	5,01 C	5,07 D	5,38 C
	ITA-P02108	3,87 A	4,35 A	4,67 A	5,54 A	5,62 A	5,79 A	5,92 A	5,93 A	6,01 A	6,11 A	6,31 A	6,39 A
	ITA-P0242	4,14 A	4,38 A	4,63 A	5,17 A	5,35 A	5,48 A	5,70 A	5,74 A	5,79 B	6,10 A	6,22 A	6,36 A
	SJB-119	3,64 B	3,87 B	4,15 B	4,48 C	4,60 C	4,71 D	4,73 D	4,83 D	4,90 C	5,15 C	5,34 C	5,64 C
	SJB-136	4,01 A	4,27 A	4,69 A	5,03 B	5,12 B	5,34 B	5,46 B	5,53 B	5,63 B	5,72 B	5,86 B	5,95 B
	SJB-163	4,05 A	4,40 A	4,69 A	4,96 B	5,18 B	5,45 B	5,58 B	5,67 B	5,68 B	5,77 B	5,94 B	6,21 A
	mgnt	3,77	4,07	4,40	4,83	4,98	5,19	5,29	5,34	5,41	5,58	5,74	5,93
	mgnt	12,65	14,85	17,48	21,23	22,61	24,67	25,81	26,43	27,24	28,91	30,57	32,69
CBP	ITA-P0104	75,00 A	82,25 C	97,50 C	110,50 B	130,75 B	141,25 A	148,50 A	149,63 B	150,88 B	152,00 C	155,25 B	164,50 B
	ITA-P0128	58,00 B	78,50 C	102,48 C	110,75 B	118,75 B	123,00 B	129,50 B	134,25 B	135,75 B	138,38 C	143,75 B	155,00 B
	ITA-P02108	53,00 B	65,50 C	82,63 C	105,00 B	125,75 B	131,75 B	142,00 B	142,00 B	145,75 B	146,25 C	148,00 B	149,00 B
	ITA-P0242	75,50 A	95,25 B	118,25 B	126,50 B	146,50 A	156,25 A	160,75 A	170,71 A	179,25 A	186,08 A	190,63 A	202,56 A
	SJB-119	70,75 A	96,25 B	102,75 C	117,38 B	128,75 B	139,25 A	149,88 A	152,00 B	162,00 A	164,75 B	178,25 A	187,75 A
	SJB-136	94,00 A	113,50 A	140,50 A	162,00 A	143,25 A	141,63 A	139,25 B	144,00 B	145,25 B	156,63 C	169,50 A	169,25 B
	SJB-163	80,98 A	90,79 B	103,58 C	106,67 B	115,85 B	125,39 B	130,85 B	135,90 B	139,70 B	141,24 C	147,81 B	158,13 B
	mgnt	72,47	88,89	106,83	119,84	129,97	136,96	142,99	146,93	151,26	155,06	161,90	169,47
NBL	ITA-P0104	1,95 A	1,98 B	1,98 B	1,98 B	1,98 B	1,98 B	1,98 B	1,98 B	3,30 A	3,39 A	3,39 A	3,48 A
	ITA-P0128	0,84 C	2,23 A	2,23 A	2,23 A	2,23 A	2,23 A	2,23 A	2,23 A	2,39 C	2,72 B	2,77 B	3,34 A
	ITA-P02108	2,17 A	2,28 A	2,28 A	2,45 A	2,71 B	2,90 B	2,97 B	2,97 B				

ITA-P0242	0,71 C	1,63 B	1,63 B	1,55 B	2,25 C	2,34 C	2,34 C	2,37 C					
SJB-119	1,06 C	1,69 B	2,25 C	2,43 C	2,43 C	2,43 C							
SJB-136	2,14 A	2,36 A	2,62 B	2,79 B	2,89 B	2,93 B							
SJB-163	1,39 B	1,74 B	3,15 A	3,15 A	3,15 A	3,59 A							
mgt	1,46	1,99	1,99	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,67	2,82	2,85	3,02
mgnt	2,18	3,78	3,84	4,15	4,25	4,38	4,50	4,63	4,63	7,49	8,33	8,65	9,76

mg_t: média geral dos dados transformados; mg_{nt}: média geral dos dados não transformados. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, ao nível de 5% de probabilidade.

O método de enxertia por borbulha utiliza uma única gema, o que limita o desenvolvimento da planta a um único broto principal. Dessa forma toda a reserva da planta é direcionada ao crescimento do broto. No entanto, as brotações laterais que surgem com o tempo são responsáveis pela emissão de folhas, as quais são importantes para o desenvolvimento da planta após o pegamento do enxerto, visto serem responsáveis pela síntese de 90% do carbono assimilado pelas plantas (TAIZ; ZAIGER, 2013). Sendo assim, espera-se que, quanto maior o número de brotações laterais, maior o desenvolvimento das plantas enxertadas.

Em relação ao DBP, os genótipos ITA-P0128 e ITA-P02108, os quais se destacaram para CBP até os 15 meses após a enxertia, também apresentaram as maiores médias de diâmetro em todas as épocas de avaliação, juntamente com os genótipos SJB-136 e SJB-163 até os 10 meses após a enxertia. Por outro lado, os genótipos ITA-P0104, ITA-P0128 e SJB-119 apresentaram os menores diâmetros.

Os genótipos ITA-P0242, SJB-119 e SJB-136 apresentaram maiores médias de CBP em pelo menos seis das épocas avaliadas, enquanto que ITA-P0128 e ITA-P02108 apresentaram os menores comprimentos em todas as épocas avaliadas. O menor crescimento em altura registrado para estes dois últimos genótipos pode ser explicado pelo fato dos mesmos terem direcionado, até os 15 meses após a enxertia, seu crescimento para o número de brotações laterais, exigindo assim, maior partição de fotoassimilados e redução do investimento em crescimento da brotação principal.

Em estudo com a espécie *Plinia trunciflora*, o maior número de brotações aumentou a competição por carboidratos e/ou fotoassimilados, reduzindo o comprimento das brotações, ficando explícito que a relação entre número de brotações por planta e comprimento é inversamente proporcional (MALAGI et al., 2012).

Com exceção da variável CBP avaliada no genótipo SJB-136 e do NBL avaliado nos genótipos ITA-P0104 e ITA-P0128, todos os demais genótipos apresentaram crescimento linear significativo ($p < 0,05$) para as três variáveis (Figuras 3, 4 e 5). Pelos elevados valores (acima de 70%) dos coeficientes de determinação (R^2) obtidos nestes casos, pode se concluir que grande parte da variação do NBL, do CBP e do DBP dos diferentes genótipos é explicada pelas épocas de avaliação. Os valores máximos para as três variáveis foram obtidos na última época de avaliação (19 meses após o plantio), sendo, em média 10,6 brotos, 32,67 mm e 150,66 cm, respectivamente.

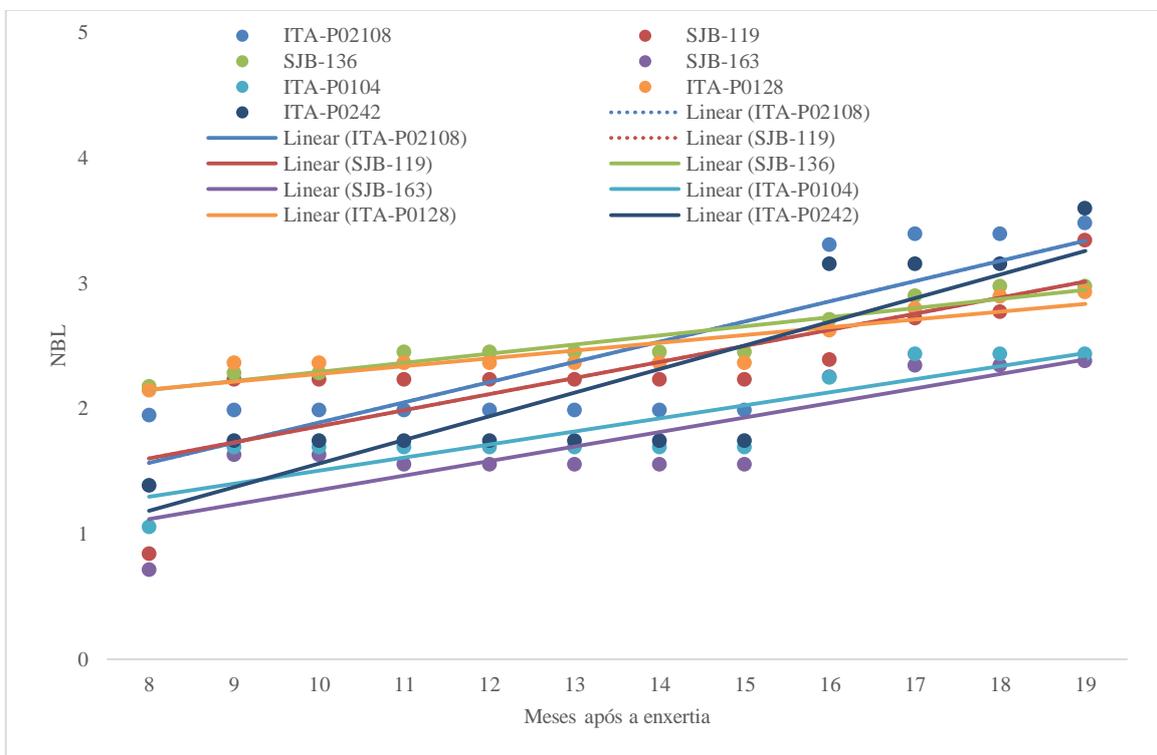


Figura 3. Número de brotações laterais (NBL) de enxertos de sete genótipos de castanheira-do-brasil em função de 12 épocas de avaliação (8 a 19 meses após a enxertia).

(ITA-P02108: $y = 2,073496 + 0,072407x$ e $R^2 = 0,8878$; SJB-119: $y = 1,190467 + 0,104239x$ e $R^2 = 0,7842$; SJB-136: $y = 2,089914 + 0,061886x$ e $R^2 = 0,7864$; SJB-163: $y = 0,992241 + 0,188514x$ e $R^2 = 0,7478$; ITA-P0104: $y = 1,405860 + 0,160676x$ e $R^2 = 0,6933$; ITA-P0128: $y = 1,469598 + 0,128257x$ e $R^2 = 0,6417$; ITA-P0242: $y = 0,997087 + 0,116248x$ e $R^2 = 0,7299$)

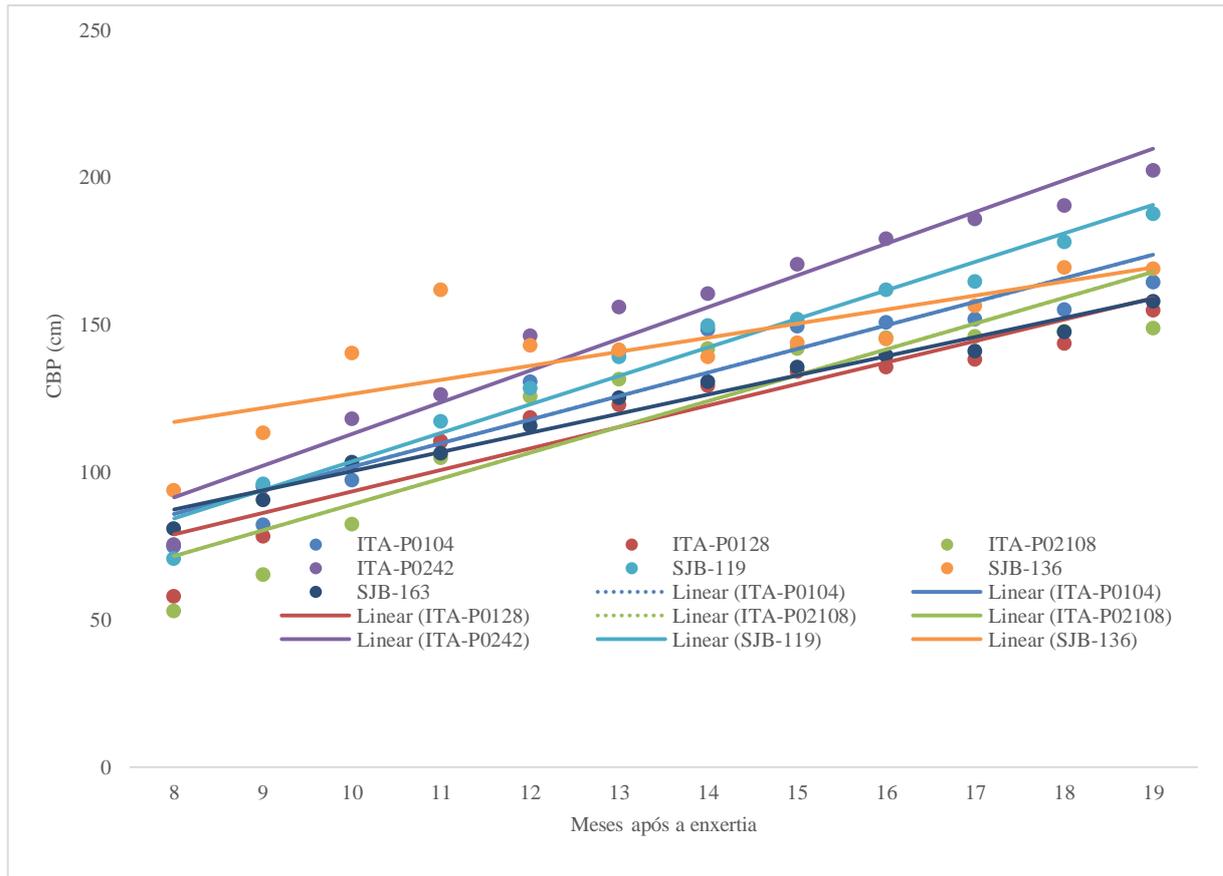


Figura 4. Comprimento da brotação principal (CBP) de enxertos de sete genótipos de castanheira-do-brasil em função de 12 épocas de avaliação (8 a 19 meses após a enxertia) (ITA-P02108: $y = 62,7500 + 8,7644x$ e $R^2 = 0,8324$; SJB-119: $y = 74,6951 + 9,6591x$ e $R^2 = 0,9709$; SJB-136: $y = 112,3030 + 4,7579x$ e $R^2 = 0,6181$; SJB-163: $y = 80,8850 + 6,4905x$ e $R^2 = 0,9727$; ITA-P0104: $y = 77,8163 + 8,0026x$ e $R^2 = 0,8854$; ITA-P0128: $y = 71,6549 + 7,2851x$ e $R^2 = 0,8799$; ITA-P0242: $y = 80,8740 + 10,7401x$ e $R^2 = 0,9552$).

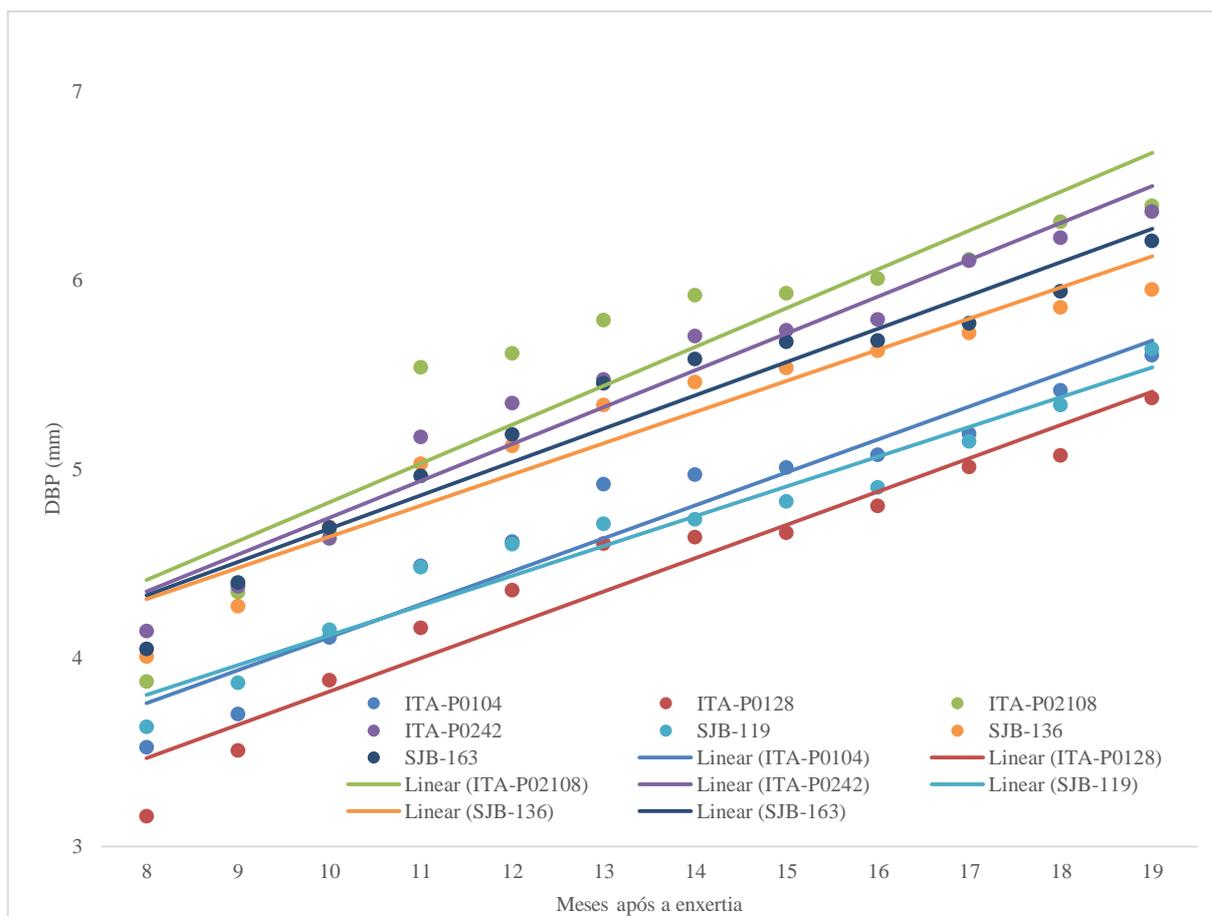


Figura 5. Diâmetro da brotação principal (DBP) de enxertos de sete genótipos de castanheira-do-brasil em função de 12 épocas de avaliação

(ITA-P02108: $y = 4,204504 + 0,205892x$ e $R^2 = 0,8436$; SJB-119: $y = 3,645936 + 0,157521x$ e $R^2 = 0,9540$; SJB-136: $y = 4,144876 + 0,165089x$ e $R^2 = 0,9223$; SJB-163: $y = 4,152406 + 0,176494x$ e $R^2 = 0,9401$; ITA-P0104: $y = 3,582205 + 0,174851x$ e $R^2 = 0,9310$; ITA-P0128: $y = 3,289386 + 0,176528x$ e $R^2 = 0,9386$; ITA-P0242: $y = 4,153505 + 0,195292x$ e $R^2 = 0,9511$).

Aos três meses após a enxertia, o genótipo JL-P0242 apresentou redução no número de brotações laterais, fato que ocorreu devido à morte de brotações. O crescimento das plantas enxertadas, tanto em altura e diâmetro, quanto em número de brotações, é um bom indicativo da adaptação dos genótipos às condições de cultivo, indicando, caso seja confirmado sua superioridade produtiva, potencial de utilização para fornecimento de material propagativo e estudos de melhoramento. Desta forma, é importante que sejam realizadas avaliações futuras de crescimento, fenológicas e da produção.

5 CONCLUSÕES

- Em Roraima, porta-enxertos de castanheiras provenientes do Amapá crescem mais lentamente comparado ao crescimento de porta-enxertos avaliados em outros Estados da região norte brasileira;
- Aos 25 meses após o plantio em campo, os porta-enxertos dos genótipos K7-37, Natanael 14 e Natanael 15 apresentam altura suficiente para enxertia, enquanto que aos 36 meses a maioria dos genótipos apresentam altura superior à adequada;
- A taxa de pegamento aos 120 dias após a enxertia foi superior a 70%, sendo que deste total mais de 80% dos enxertos apresentam brotos desenvolvidos;
- Os genótipos ITA-P0104, SJB-163 e ITA-P128 apresentam maior emissão de brotações do que os demais genótipos;
- Grande parte da variação do número de brotações laterais, comprimento da brotação principal e diâmetro da brotação principal dos diferentes genótipos é explicada pelas épocas de avaliação.
- O crescimento das plantas enxertadas, tanto em altura e diâmetro, quanto em número de brotações, é um bom indicativo da adaptação dos genótipos às condições de cultivo em Roraima.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Novos estudos serão necessários para se averiguar o efeito de outros fatores, além do genótipo, no desenvolvimento de porta-enxertos e enxertos de castanheira-do-brasil. A avaliação do crescimento, bem como do comportamento fenológico e produtivo dos genótipos deverá ser realizada, visando comprovar o comportamento deste material genético em condições de plantio em Roraima.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, G.P. **Competitividade do setor exportador brasileiro de castanha-do-brasil**. 2014. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

ALENCAR, A. M. da S.; OLIVEIRA, V. X. A.; COSTA, E. K. L. Da; PEDROZO, C. A.; BATISTA, K. D. **Sobrevivência e crescimento inicial de plantas de Castanha-do-brasil provenientes de diferentes Matrizes e populações nativas de Roraima**. CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 8., 2015, Goiânia. O melhoramento de plantas, o futuro da agricultura e a soberania nacional: anais. Goiânia: UFG: SBMP, 2015. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1029084/1/resumoCBMPAndressa.pdf>

ANGELO, H.; POMPERMAYER, R.S.; ALMEIDA, A.N.; MOREIRA, J.M.M.A.P. O. **Custo social do desmatamento da Amazônia Brasileira: O caso da Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*)**. Ciência Florestal, v. 23, n. 1, p.183191, 2013.

ARAÚJO, M. M.; OSAQUI, H.; MELO, R. S. **Padrão de distribuição espacial de castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K), barragem do contado, Floresta Nacional de Carajás, Pará**. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., 2001, Santa Maria. Anais... Santa Maria: UFSM, 2001.

BALDONI, A. B. **Como fazer enxertia por borbulhia em castanheirado-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.)**. Circular técnica 6. Sinop, MT Dezembro, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188465/1/2018-cpamt-aisy-baldoni-como-fazer-enxertia-borbulhia-castanheira-do-brasil.pdf>

BALDONI, A. B.; SILVA, A. J. R.; ROELIS, B. V.; PEREIRA, L. L.; TARDIN, F. D.; TONINI, H. **Enxertia de genótipos superiores em castanheira-do-brasil para a formação de um jardim clonal**. CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 9., 2017, Foz do Iguaçu. Melhoramento de plantas: projetando o futuro. Foz do Iguaçu: SBMP, 2017. p. 763. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168064/1/Enxertia-genotipos.pdf>

BARBOSA, R.I. **Distribuição das chuvas em Roraima**. In: BARBOSA, R.I.; FERREIRA, E.J.G.; CASTELLÓN, E.G. (Ed.). Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima. Manaus: INPA, 1997. p. 325-335.

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I. E.; FREITAS, E. V.; JÚNIOR, J. F. S. **Propagação de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pelo método de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.1, p.160-162, 2002.

BRASIL. **Novo Código Florestal Brasileiro**. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

CARDINAL, Á. B. B.; GONÇALVES, P. De S.; MARTINS, A. L. M. **Influência de seis porta-enxertos sobre a produção de clones superiores de seringueira**. Bragantia, Campinas, v.66, n.2, p.277-284, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v66n2/11.pdf>

CARVALHO, J. E. U. DE; NASCIMENTO, W. M. O. DO. **Enxertia da castanha-do-brasil pelo método de garfagem no topo em fenda cheia**. Comunicado Técnico 283. ISSN 1983-0505 Julho, 2016 Belém, PA.

CELANT, V. M.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; ALVARENGA, Â. A.; DALASTRA, I. M.; CAMPAGNOLO, M. A. **Armazenamento a frio de ramos porta-borbulhas e métodos de enxertia decultivares de marmeleiro**. Cienc. Rural [online]. 2010, vol.40, n.1, pp.20-24. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n1/a392cr2240.pdf>

CIFOR. **Best Brazil nut practice in Bolivia**. Disponível em: Acesso em: julho de 2017.

CLEMENT, C. R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. Manaus: INPA, 2000. p. 119-132.

COLLARES, D. G. **Castanha-do-brasil: uma alternativa de reflorestamento**. 2005. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17988458/castanha-do-brasil-uma-alternativa-de-reflorestamento>>. Acesso em: 10/09/2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **BOLETIM DA SOCIOBIODIVERSIDADE**. PGPM-BIO. ISSN: 2527-1598 B. Sociobiodiversidade, v. 2, n. 1, p. 1-48, jan. /fev. /mar. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/16936_807f8136c7fd3ccbc1dc0a6ea167e5f0>

CORRÊA, M.P.F.; CAVALCANTI Jr.,A.T.; ALMEIDA, J.I.L.; PEREIRA FILHO, J.E.; GADELHA, J.W.R. **Propagação vegetativa do cajueiro - macropropagação** In: Araújo, J.P.P. e Silva, V.V. Cajucultura: Modernas Técnicas de Produção EMBRAPA\ CNPAT, Fortaleza, 1995. p.95-131

CORVERA-GOMRINGER, R., DEL CASTILLO, D., SURI, W., CUSI E., CANAL, A. **La castanha amazônica (*Bertholletia excelsa*)**. Manual de cultivo. Madre de Dios: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 2010.

DINIZ, J.D.A.S. **Avaliação-construção de projetos de desenvolvimento local a partir da valorização dos produtos florestais da Amazônia brasileira: caso da castanha-do-brasil**. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2008, 388 p.

DOMINGOS, D.M. e WENDLING, I. 2006. **Sobrevivência e vigor vegetativo de plantas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) enxertadas diretamente a campo**. In: Ciência Florestal, 16(1): 107-112. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30428/1/SOBREVIVENCIA-E-VIGOR-VEGETATIVO-DE-PLANTAS-DE-ERVA-MATE.pdf>

ENRIQUEZ, G. **Desafios da sustentabilidade da Amazônia: biodiversidade, cadeias produtivas e comunidades extrativistas integradas**. 2008. 460 f. Tese (doutorado) Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, 2008.

ENRIQUEZ, G.; SILVA, M. A.; CABRAL, E. **Biodiversidade da Amazônia: usos e potencialidades dos mais importantes produtos naturais do Pará**. Belém : NUMA / UFPA, 2003, 179 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, L. M. M.; TONINI, H. **Comportamento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) e da cupiúba (*Goupia glabra*) em sistema agrosilvicultural na região da Confiança, Cantá – Roraima.** Acta Amaz. vol.39 n.4 Manaus. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672009000400012

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO), 2015. TradeStat: crops and livestock products. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> >. Acesso em: julho de 2017.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE RORAIMA. **O Brasil do hemisfério norte: diagnóstico científico e tecnológico para o desenvolvimento.** Boa Vista: Ambtec, 1993. 512 p.

GJAMOVSKIA, V.; KIPRIJANOVSKI, M. 2011. **Influence of nine dwarfing apple rootstocks on vigour and productivity of a: pple cultivar “Granny Smith”.** Scientia Horticulturae. 129, 742–746. Disponível em: https://ac.els-cdn.com/S0304423811002792/1-s2.0-S0304423811002792-main.pdf?_tid=0639dd16-848d-4d7e-b303-73aabeaf6cf8&acdnat=1552000435_78953f375bd32e1723b05f9986728e9d

GÓES, G. B. DE; MELO, I. G. C.; MENDONÇA, V.; DANTAS, D. J.; LEITE, G. A. **Métodos de enxertia na produção de mudas de tamarindeiro.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 63, n.6, p. 853-859, nov/dez, 2016. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rceres/v63n6/0034-737X-rceres-63-06-00853.pdf> >

GOLLE, D.P; REINIGER, L.R.S; CURTI, A.R; BEVILACQUA, C.B. **Forestry improvement: emphasis on biotechnology application.** Ciência Rural, Santa Maria 39:1606-1613. 2009. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/cr/v39n5/a214cr1340.pdf>

GOMES, C. M. M. **Avaliação do desenvolvimento da muda de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonph.) em condições de viveiro para a formação de porta-enxerto.** Universidade do Estado do Pará, 2016. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160039/1/Avaliacao-do-desenvolvimento-da-muda-de-castanheira-do-brasil-Bertholletia-excelsa-Bonph.-em-condicoes-de-viveiro-para-a-formacao-de-porta-enxerto.pdf> > Acesso em: 10/09/2017.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Acerola para exportacao: aspectos tecnicos da producao.** Embrapa Semiárido - Fôlder / Folheto / Cartilha (INFOTECA-E). 17-Jul-1996. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/132157>

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia. História, ecologia, economia e domesticação.** EMBRAPA. Brasília, 2014. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1016352/1/LivroExtrativismoHOMMAONLINE.pdf> >

HOMMA, A.K.O.; MENEZES. A.J.E.A.; MAUES, M.M. **Castanheira-do-pará: os desafios do extrativismo para os plantios agrícolas.** Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Ciênc.Nat., Belém, v. 9, n. 2, p. 293-306, 2014.

IBGE, **Sistema de Recuperação Automática – SIDRA**, 2019. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado> >.

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. **Agropecuária Aruanã S/A**. Série Empreendedores. 2018. Disponível em: <
<https://www.inpa.gov.br/pupunha/empreendedores/aruana.html>>

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

LEÃO, P. C. DE S. **Porta-enxertos**. ÁRVORE DO CONHECIMENTO. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF – Brasil. 2017. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_de_mesa/arvore/CONT000g894qm3t02wx5ok0u5nfpmfvxx5qd.html

LEDERMAN, I. E.; SILVA, M. F. F. da; BEZERRA, J. E. F.; SANTOS, V. F. **Influência da idade do porta-enxerto e do tipo de enxertia na propagação da gravioleira**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 32, n. 6, p.613-615, 1997. Disponível em:
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/91756/3/INFLUENCIADAIDAEDODOPORTAENXERTO.pdf>

LEITE, G. A.; MENDONÇA, V; MENDONÇA, L. F. M.; DANTAS, L. L. G. R.; CUNHA, P. S. C. F. **Porta-enxertos e métodos de enxertia na produção de mudas de Ateioeira (*Annona squamosa L. x Annona cherimola Mill.*)**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2117-2128, 2013. Disponível em:
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/11069/13326>

LOCATELLI, M.; VIEIRA, A. H.; SOUZA, V. F. DE. **Aspectos do cultivo de castanha-do-brasil**. Porto Velho, RO, abril de 2010. Disponível em: <
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47749/1/folder-castanhado brasil.pdf>>

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1, 384 p.

MALAGI, G.; CITADIN, I.; SCARIOTTO, S.; JÚNIOR, A. W.; SACHET, M. R. **Enxertia interespecífica de jabuticabeira: influência do tipo de garfo**. Ciência Rural, Santa Maria – RS. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/2012nahead/a4012cr5784.pdf>

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **RELATÓRIO DE DESCRITORES**. *Bertholletia excelsa* Bonpl. 2019. Disponível em: <
http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/detalhe_cultivar.php?codsr=23511>

MARSHALL, E., K. SCHRECKENBERG; A. NEWTON. **Commercialization of non-timber forest products: first steps in analyzing the factors influencing success**. International Forestry Review 5(2): 128-137. 2003

MAUÉS, M. M.; KRUG, C.; WADT, L. H. O.; DRUMOND, P. M.; CAVALCANTE, M. C.; SANTOS, A. C. S. Dos. **A castanheira-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização**. Rio de Janeiro: Funbio, 2015. 84 p. Livro científico (CPATU). Disponível em: <
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1054508/1/5planodemanejocastanha8jun2016.pdf>>

MENEZES, M., PINHEIRO, M.R., GUAZZELLI, A.C., MARTINS, F. **Cadeia produtiva da castanha do Brasil no estado do Amazonas**. Série técnica meio ambiente e desenvolvimento sustentável. Manaus, 2005, v. 3, 21 p.

- MONTENEGRO, A. A. T. Substituição de copa. **ÁRVORE DO CONHECIMENTO Caju**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/caju/arvore/CONT000fi8wxjm202wyiv80z4s4730ed235b.html>
- MORI, S. A.; PRANCE, G. T. **Taxonomy, ecology and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Humb & Bonpl: *Lecythidaceae*)**. 1990. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/259658475>> Acesso em: 10/11/2017.
- MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e da frutificação da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K)**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/387228/1/CPATUDOC29.pdf>>
- MOURÃO JÚNIOR, M.; XAUD, M.R.; XAUD, H.A.M.; MOURA NETO, M.A.; ARCOVERDE, M.F.; PEREIRA, P.R.V. da S.; TONINI, H. **Precipitação pluviométrica em área de transição savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 17).
- MÜLLER, C. H. **Castanha-do-Brasil; estudos agronômicos**. EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. (Embrapa-CPATU Documentos 2) 25p. 1981.
- MÜLLER, C. H. **Quebra da dormência da semente e enxertia em castanha-do-brasil**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1982. 40 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 16). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/381176>>
- MÜLLER, C. H.; FIGUEIREDO, 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**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1995. 65 p. il. (Coleção plantar, 23). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162019/1/A-cultura-da-castanha-do-Brasil.pdf>
- 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. il. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60081/1/Miscelanea-2.pdf>
- NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. **CASTANHA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* H.B.)**. 41p. : il.; 21 cm (Série Frutas Nativas, 8). 2010. Jaboticabal – SP.
- OLIVEIRA, J. M. F. DE; SCHWENGBER, D. R.; JORDÃO, S. M. S.; FERREIRA, L. M. M.; SILVA, A. J. DA; LOZANO, R. M. B. **Crescimento inicial de espécies florestais em solo sob diferentes preparos**. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Natal – RN. 2015.
- PACHECO, A. M; SCUSSEL, V. M. **Selenium and aflatoxin levels in raw Brazil nuts from the Amazon basin**. Journal of Agriculture and Food Chemistry, Easton, v. 55, p. 11087- 11092, 2007.
- PAIVA, E. P. DE; ROCHA, R. H. C.; SOUSA, F. DE A. DE; NOBRE, R. G.; GUEDES, W. A.; MOREIRA, I. DOS S.; SÁ, F. V. DA S. **Crescimento e fisiologia de mudas de romãzeira cv. Wonderful propagadas por enxertia**. Agrária - Revista Brasileira de

Ciências Agrárias. v.10, n.1, p.117-122, 2015. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=279>

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa. MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 46 p. (Série cadernos didáticos, 83).

PEDROSA, A. C. ; LEDERMAN, I. E. ; BEZERRA, J. E. F. ; DANTAS, A. P.; GONZAGA NETO, L. **Métodos de enxertia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) em viveiro**. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v. 13, n.1, p. 59-62, out. 1991

PEDROZO, C. A.; COSTA, E. K. L. da; OLIVEIRA, V. X. A.; BATISTA, K. D.; SMIDERLE, O. J.; ALBUQUERQUE, T. C. S. de. **Emergência de plântulas e desenvolvimento de mudas de matrizes selecionadas de castanha-do-brasil**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2017. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 44). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162886/1/boletim-44-RR-emergencia-plantulas-castanha-LR.pdf>

PEDROZO, C. Â.; TONINI, H.; RESENDE, M. D. V.; JORDÃO, S. M. S. **Repeatability of fruits and seeds production and selection of brazil nut genotypes in native populations in Roraima**. Rev. Árvore vol.39 no.5 Viçosa Sept./Oct. 2015. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622015000500863>

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; CHARCHAR, M. J. d'A.; PACHECO, A. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FIALHO, J. de F. **Avaliação de métodos de enxertia em mudas de mangabeira. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 50)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/559865>

PIMENTEL, L. D.; JÚNIOR, A. W.; SANTOS, C. E. M.; BRUCKNER, C. H. 2007. **Estimativa de viabilidade econômica de cultivo de castanha-do-brasil**. Informações Econômicas, SP, 37(6): 26-36.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. 2002. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. FEALQ, Piracicaba, Brasil. 309 p.

PINHEIRO, E. **Propagação vegetativa da castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.): observações preliminares**. Belém, PA: IPEAN, 1967. 13 p. il. Publicação não convencional. Mimeografado. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158653/1/FL00244.pdf>

PRANCE, G. T.; MORI, S. A. 1979 - Lecythidaceae. **Flora Neotropica Monograph 21** (1). The New York Botanic Garden, New York.

RATO, A.E.; AGULHEIRO, A.C.; BARROSO, J.M.; RIQUELME, F. **Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.)**. Scientia Horticulturae, v.118, p.218-222, 2008. Disponível em: https://ac.els-cdn.com/S030442380800229X/1-s2.0-S030442380800229X-main.pdf?_tid=ae693a25-df56-44c8-931e-eaf844b5467b&acdnat=1551999922_db6c31c2689f3a801b4cfd04e50e53bd

RESENDE, M.D.V. de. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo no melhoramento de plantas**. 2005.

RIBEIRO, G. D.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA, A. H.; SANTOS, M. R. A. **Enxertia em fruteiras**. Recomendações técnicas. ISSN 1415-0891. Julho, 2005. Porto Velho, RO.

SALAZAR, A. H. **AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NA PRODUÇÃO DE MARACUJAZEIRO (*Passiflora edulis Sims*)**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. UFV, MG. 2013.

SANTANA, A. C. DE; SANTANA, Á. L. DE; SANTANA, Á. L. DE; MARTINS, C. M. **Valoração e sustentabilidade da castanha-do-brasil na Amazônia**. Rev. Cienc. Agrar., v. 60, n. 1, p. 77-89, jan./mar. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2690/912>>

SANTOS, M. G. DOS. **AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DO EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE CASTANHA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa*)**. Dissertação. Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. 2015.

SHANLEY, P.; PIERCE, A.; LAIRD, S. **Além da Madeira**: certificação de produtos florestais não-madeireiros. Bogor, Indonésia: Centro de Pesquisa Florestal Internacional (CIFOR), 2005. 153 p.

SILVA, R. **Quantidade de selênio nas castanhas-do-brasil varia de acordo com região**. Segurança alimentar, nutrição e saúde. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/11010983/quantidade-de-selenio-nas-castanhas-do-brasil-varia-de-acordo-com-regiao>

SILVA, V.S.; MARTINS, K.; CAMPOS, T.; WADT, L.H.O. **SISTEMA REPRODUTIVO DE *Bertholletia excelsa* E IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO E CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE**. CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/941799/1/24498.pdf>>

SIMÃO, S., **Tratado de fruticultura**, 760 p.: il. Piracicaba: FEALQ, 1998.

SOUZA, A. DAS G. C. DE; SOUZA, M. G. de. **Enxertia de borbúlia em placa em cupuaçuzeiro**. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 135). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1097689>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
TEIXEIRA, R. A.; PEDROZO, C. Â.; COSTA, E. K. L.; BATISTA, K. D.; TONINI, H.; PESSONI, L. A. **Correlações e divergência fenotípica entre genótipos cultivados de castanha-do-Brasil**. Scientia Forestalis, volume 43, n. 107 p.523-531, setembro de 2015. Disponível em: <<https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr107/cap03.pdf>>

TONINI, H. **Fenologia da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., *Lecythidaceae*) NO SUL DO ESTADO DE RORAIMA**. Cerne, Lavras, v. 17, n. 1, p. 123-131, jan./mar. 2011

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. O 2004. **Crescimento da castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima (Embrapa Roraima. *Comunicado Técnico*, 5). 6p.

TONINI, H.; PEDROZO, C. Â. **Variações anuais na produção de frutos e sementes de Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., *Lecythidaceae*) em florestas nativas de Roraima.** *Rev. Árvore* [online]. 2014, vol.38, n.1, pp.133-144. ISSN 0100-6762. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000100013>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622014000100013&script=sci_abstract&tlng=pt>

USDA – **Nuts Brazil.** United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Food Composition Databases. Disponível em:<<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list?qlookup=12078>> Acesso em: 10/02/2019

WADT, L. H. DE O. **ÁRVORE DO CONHECIMENTO: Castanha-do-brasil.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica. EMBRAPA - Parque Estação Biológica. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/castanha-do-brasil/arvore/CONT000fthbvzx02wyiv80otz6x99cj3lnt.html>>. Acesso em: 10/10/2017.

WENDLING, I. **Enxertia e florescimento precoce em *Araucaria angustifolia*.** Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 272).

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; HOFFMAN, H.; BETTIO, G.; HANSEL, F. A. **Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia*.** *Agronomía Costarricense*, v. 2, p. 309-319, 2009.

WENDLING, I.; ZANETTE, F.; RICKLI-HORSTI, H. C.; CONSTANTINO, V. **Produção de mudas de araucária por enxertia.** Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios. Capítulo em livro científico. Embrapa Florestas (ALICE). 2017. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1071156>

ZUIDEMA, P. A. **Ecology and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*).** PROMAB Scientific Series 6. Riberalta, Bolivia. 2003. ISBN 90-393-3390-4.