

Fenologia, estrutura e produção de sementes em castanhais nativos de Roraima e características socioeconômicas dos extrativistas

Phenology, structure and seed production of indigenous populations of the Brazil nut tree in Roraima and socio-economic characteristics of extractive communities

Helio Tonini^I, Carlos Eugenio Vitoriano Lopes^{II}, Renato Alves Borges^{III}, Paulo Emilio Kaminski^{IV},
Marcia de Souza Alves^V, Paulo Renato de Oliveira Fagundes^V

^IEmpresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Agrossilvipastoril. Sinop, Mato Grosso, Brasil

^{II}Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Cocais. São Luís, Maranhão, Brasil

^{III}Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Boa Vista, Roraima, Brasil

^{IV}Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boa Vista, Roraima, Brasil

^VUniversidade Federal de Roraima. Boa Vista, Roraima, Brasil

Resumo: Os objetivos deste artigo foram estudar a fenologia, a estrutura populacional e a produção de frutos e sementes em castanhais nativos de Roraima, além de caracterizar as comunidades extrativistas e o sistema de extração praticado nesta região da Amazônia. A caracterização do extrativismo foi realizada com base na aplicação de questionários e painéis técnicos, que se iniciaram em 2005 e finalizaram em 2010. A estrutura, produção e fenologia dos castanhais foram avaliadas em parcelas permanentes instaladas entre os anos de 2005 a 2008 nos municípios de Caracará e São João da Baliza. A extração de castanha-do-brasil representa significativo retorno financeiro para as famílias de ribeirinhos e indígenas de baixa renda no sul do estado de Roraima, porém é praticada com baixa organização social, pouco apoio governamental e sem nenhum controle sobre os processos que podem levar à contaminação das castanhas por aflatoxinas. A densidade e a produtividade dos castanhais estão dentro do esperado para a Amazônia. Nesta região, a castanheira-do-brasil floresce predominantemente na estação seca, com duração de cinco a seis meses. A dispersão dos frutos ocorre durante a estação chuvosa, com pico nos meses de abril a junho.

Palavras-chave: Amazônia. Produto florestal não madeireiro. *Bertholletia excelsa*. Fenologia. Produção de sementes.

Abstract: This paper assesses the phenology, population structure and the fruit and seed production of native Brazil nut trees in the state of Roraima, and characterizes the extractive communities and extraction system practiced in this region of Amazonia. Characterization of the extractive communities and extraction system was done through questionnaires and panel discussions conducted between 2005 and 2010. Analyses of population structure, phenology and fruit and seed production were conducted at sites located in the municipalities of Caracará and São João da Baliza, installed between the years 2005-2008. We found that the extraction of Brazil nut makes up a significant part of the income of riverine and indigenous communities but is performed with low levels of social organization, little government support and without any control over the processes that can lead to contamination by aflatoxins. The density and productivity of Brazil nut trees are within the range expected for the Amazon region. We found that Brazil nut tree flowering occurs in the dry season, and lasts five to six months. Dispersal of fruits occurs during four to six months in the rainy season, and peaks between April to June.

Keywords: Amazon. Non-timber forest products. *Bertholletia excelsa*. Phenology. Seed yield.

TONINI, H., C. E. V. LOPES, R. A. BORGES, P. E. KAMINSKI, M. S. ALVES & P. R. O. FAGUNDES, 2014. Fenologia, estrutura e produção de sementes em castanhais nativos de Roraima e características socioeconômicas dos extrativistas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 9(2): 399-414.

Autor para correspondência: Helio Tonini. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Agrossilvipastoril. Rodovia MT-222, km 2,5. Sinop, MT, Brasil. CEP 78550-970 (helio.tonini@embrapa.br).

Recebido em 14/11/2013

Aprovado em 06/08/2014

Responsabilidade editorial: Toby A. Gardner



INTRODUÇÃO

Entre os produtos florestais não madeireiros oriundos do extrativismo, a castanheira-do-brasil caracteriza-se como um dos mais importantes recursos econômicos da Amazônia (Mori, 1992; Clay, 1997) e tem grande importância para a economia de diversas localidades e populações extrativistas em regiões produtoras na Bolívia, no Peru e na Amazônia brasileira (Mori & Prance, 1990).

A castanheira-do-brasil é encontrada na Amazônia legal nos estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá e Mato Grosso. Suas amêndoas são consideradas um alimento altamente nutritivo e excelente complemento na dieta alimentar de crianças e adultos, pois é rica em lipídios, vitaminas, minerais e proteínas. Da amêndoa, pode-se extrair o óleo com bom coeficiente de digestibilidade. Do resíduo desta extração, podem ser obtidos a torta e o farelo de uso na alimentação humana e animal. Os frutos podem ser utilizados como combustível (carvão) ou na confecção de diversos objetos de artesanato e utensílios de cozinha.

Roraima aparece na estatística oficial de produção extrativista da castanha-do-brasil do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a partir de 1945. A produção estadual pode ser considerada pequena, com uma média histórica de 899,5 toneladas, correspondente a 2,03% da produção brasileira (Tonini *et al.*, 2006).

Os municípios produtores de castanha-do-brasil em Roraima localizam-se no sul do estado, destacando-se: Caracará, Caroebe, São João da Baliza, São Luís do Anauá e Rorainópolis (Figura 1). O extrativismo é praticado por colonos, em assentamentos rurais, por ribeirinhos, na região do baixo rio Branco, e por indígenas da etnogênese Wai Wai.

A característica marcante da ocupação das áreas de assentamentos em Roraima é a agricultura de subsistência itinerante, onde os produtores, após realizarem a abertura de áreas destinadas ao plantio com desmatamentos por anos consecutivos, vendem seus lotes e deslocam-se para outras áreas, em geral ainda não exploradas, processo

seguido pela abertura de novas estradas vicinais (Oliveira Junior *et al.*, 2005), ou seja, o colono segue na frente da infraestrutura básica.

A região do baixo rio Branco compreende as margens dos rios Branco, Negro, Ajarani, Xeriuni, Jauaperi, paraná do Amajaú, paraná do Panacarica, paraná da Floresta e Caicubi. Faz parte dos municípios de Rorainópolis e Caracará, ficando o primeiro à margem esquerda do rio Branco e o segundo à direita. Nesta região, existem 17 comunidades ribeirinhas (Figura 1).

Trata-se de um local de difícil acesso, sem malha rodoviária, sendo barco e avião os únicos meios de transporte disponíveis. As comunidades ribeirinhas mais populosas são: Sacaí, Lago Grande, Santa Maria do Boiaçu, Canauei, Cachoeirinha, Panacarica, Floresta, Remanso, Itaquera, Sumaúma, Terra Preta e Caicubi.

Os índios Wai Wai são os principais extrativistas de castanha em Roraima. A etnogênese Wai Wai não corresponde



Figura 1. Localização, divisão municipal do estado de Roraima, municípios produtores de castanha (círculos pretos) e a região do baixo rio Branco circulado. Adaptado de IBGE (2009).

a uma única unidade étnica substancial, englobando 11 etnias. Entre as principais, estão as etnias Hixkariana, Mawaiana, Karafawaina, Curuma e Xereu (Gutierrez, 2008; ISA, 2006).

No Brasil, o território Wai Wai oficialmente reconhecido soma três terras indígenas, localizadas

nos estados do Amazonas, Pará e Roraima, nas terras indígenas Nhamundá-Mapuera (Pará), Trombetas/Mapuera (Amazonas/Roraima/Pará) e Wai Wai (Roraima) (Figura 2), com 1.049.520 ha, 3.970.420 ha e 405.698 ha, respectivamente (Zea, 2010).

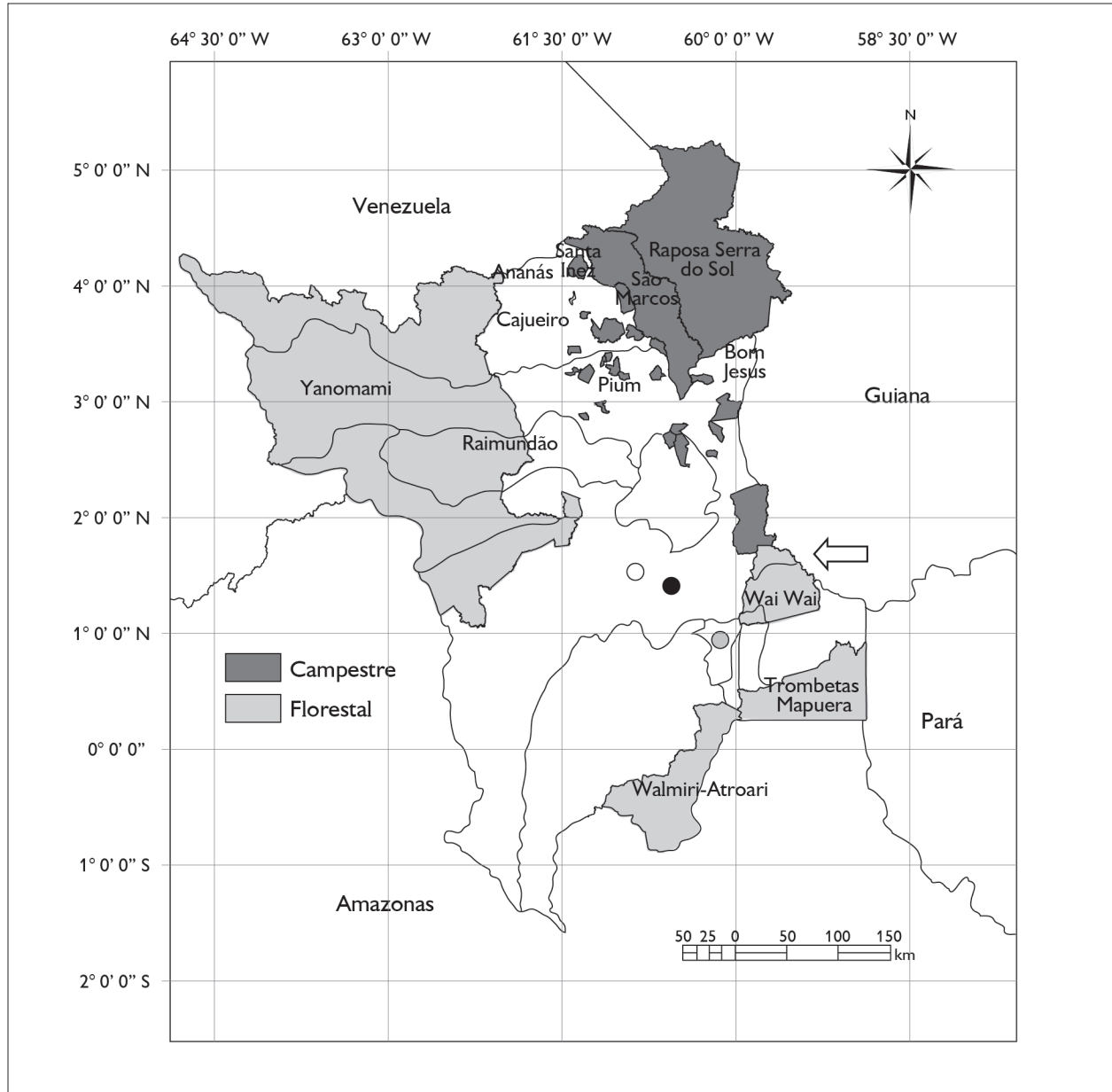


Figura 2. Terras indígenas no estado de Roraima e localização da reserva indígena Wai Wai (seta branca); localização das áreas de estudo (parcelas permanentes) em Roraima: Caracará-Cujubim (ponto branco), Caracará-Itã (ponto preto), São João da Baliza (ponto cinza). Fonte: IBGE (2009), modificado.

O ciclo anual de produção agrícola Wai Wai alterna-se entre a época seca e a época chuvosa. As roças são preparadas entre agosto e setembro, quando acaba o período das chuvas, e o plantio é feito entre janeiro e março do ano seguinte, em trabalho realizado de forma comunitária. As principais culturas plantadas são: algodão; abacaxi; banana; cana-de-açúcar; mamão; tubérculos, como o cará, a batata e, principalmente, a mandioca brava, da qual fazem o beiju, a farinha e bebidas à base de tapioca (Zea, 2010; ISA, 2006).

Além da agricultura, suas atividades de subsistência baseiam-se na caça, na pesca e na coleta de produtos silvestres, como a castanha-do-brasil, que é utilizada principalmente para a comercialização. A coleta de outros frutos silvestres, como caju silvestre, açaí, buriti e pupunha, também fornece importante complemento na alimentação dos indígenas. A complementação da renda também é realizada com a comercialização da farinha de mandioca, de canoas e do artesanato (ISA, 2006; CIR, s. d.).

Os trabalhos de pesquisa com a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em Roraima iniciaram-se em 2005, com o projeto de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), denominado "Kamukaia: manejo de produtos florestais não madeireiros na Amazônia". Este trabalho teve como objetivos reunir as principais informações coletadas a partir desse projeto de pesquisa em estudos de fenologia, estrutura populacional e produção de frutos em castanhais nativos, e caracterizar as comunidades extrativistas e o sistema de extração praticado nesta região da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

OBTENÇÃO DOS DADOS E CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS DE ESTUDO

Os estudos de estrutura, produção e fenologia dos castanhais foram realizados em áreas experimentais localizadas nos municípios de Caracará e São João da Baliza (Figura 2), sendo feitos em cinco parcelas permanentes com nove hectares (300 x 300 metros), instaladas pela EMBRAPA Roraima entre os anos de 2005 a 2008.

No município de Caracará, foram instaladas quatro parcelas permanentes em castanhais localizados em duas regiões distantes 50 km uma da outra. Na região do Projeto de Assentamento do Itã (ITA), uma parcela permanente foi instalada em 2006 e outra em 2007, em um fragmento florestal de 400 ha, na Fazenda Pau-Rainha (01° 48' 58,0" de latitude Norte e 61° 07' 41,0" de longitude Oeste). Outras duas parcelas foram instaladas em 2008, em um espaço de plano de manejo florestal sustentável, localizado na Fazenda Mundo Novo, com uma área de 17.000 ha na região do Projeto de Assentamento do Cujubim (CUJ) (01° 51' 2,6" de latitude Norte e 61° 00' 30,6" de longitude Oeste). A quinta parcela permanente foi instalada em 2006, na reserva legal de um lote de assentamento rural denominado Sítio Umurama, em São João da Baliza (SJB) (00° 57' 2" de latitude Norte e 59° 54' 41" de longitude Oeste).

O clima da região de Caracará é classificado como 'Ami' (tropical chuvoso com pequeno período de seca durante o ano), com precipitação média anual entre 1.700 a 2.000 mm e temperatura média anual de 27 °C. O período chuvoso ocorre com maior frequência entre os meses de abril a agosto. O período caracteristicamente seco está compreendido entre os meses de novembro a março (FEMACT-RR, 2003).

Em São João da Baliza, o clima é caracterizado pelo tipo 'Awi' (tropical úmido com pequeno período de seca durante o ano). A precipitação é de aproximadamente 1.750 mm, com ocorrência de chuvas no período de abril a agosto, sendo a maior densidade pluviométrica observada em junho (SEPLAN-RR, 2010).

O solo predominante na Fazenda Pau-Rainha é o argissolo com colorações entre amarelo e vermelho-amarelo, conforme a classificação realizada pela equipe no local. Já o solo predominante na Fazenda Mundo Novo é classificado como argissolo vermelho-amarelo, com presença de afloramentos rochosos em algumas áreas, segundo informações fornecidas pela madeireira Vale Verde, proprietária da área, confirmadas pela equipe em

campo (Ivanov, 2011). No Sítio Umuarama, a classificação não foi realizada, porém predominam na região os solos argissolo amarelo distrófico e latossolo amarelo distrófico (SEPLAN-RR, 2010).

FENOLOGIA

Os estudos fenológicos foram realizados nas parcelas permanentes localizadas em São João da Baliza, no Sítio Umuarama (SJB), e Caracaraí, na Fazenda Pau-Rainha (ITA). Em cada local, os dados foram obtidos por meio de 20 indivíduos com copas bem formadas, dominantes (de posição superior no dossel) e livres de infestações por cipós.

Para a classificação dos indivíduos em adultos e jovens, adotou-se o critério utilizado por Wadt *et al.* (2005), baseado no estado reprodutivo. Nesse caso, foram considerados adultos indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior do que 50 cm, pois, nesta dimensão, ocupam a posição dominante no dossel, expandem suas copas e atingem a maturidade com relação à produção de frutos.

As visitas ocorreram quinzenalmente, de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2009, e consistiram na coleta de dados sobre a presença ou ausência dos eventos de floração e frutificação. Para a visualização das fenofases, utilizou-se um binóculo. Os dados de precipitação foram obtidos com a instalação de um pluviômetro em cada local.

Os critérios utilizados para a definição dos tipos de floração e frutificação foram frequência (número de ciclos por unidade de tempo), duração (tempo decorrido em cada ciclo fenológico), época (dia, mês ou estação do ano em que o evento ocorre) e sincronia (ocorrência simultânea de um evento fenológico). As estratégias de floração e frutificação adotadas neste trabalho seguiram as definições de Newstron *et al.* (1994).

Para a análise dos dados, verificou-se o número de árvores em cada evento fenológico e, em seguida, calculou-se a porcentagem de indivíduos em cada fase fenológica. Para estimar a sincronia dos eventos fenológicos, utilizou-se o índice de sincronia da população (Z), conforme Augspurger (1983).

ESTRUTURA E PRODUÇÃO DAS POPULAÇÕES

Nas parcelas permanentes, foram identificadas todas as castanheiras com diâmetro à altura do peito maior ou igual a 10 cm, medidas sempre que possível a 1,30 m do solo e numeradas com placas de alumínio presas por pregos aos fustes. Durante o período de queda dos frutos, todas as árvores foram visitadas pelo menos duas vezes, sendo a primeira visita em maio e a segunda em julho, representando o meio e o final deste período. Em cada árvore, todos os frutos foram contados, abertos e pesados por meio de uma balança de gancho digital com precisão de 50 g.

Os pressupostos da homogeneidade de variância e normalidade para os dados de produção foram verificados pelos testes de Levene e Kolmogorov-Smirnov. Nenhuma transformação adotada (logaritmo neperiano, decimal e raiz quadrada) atendeu aos pré-requisitos para a aplicação da estatística paramétrica, uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variância.

Na análise intraparcelar da produção entre os anos, optou-se pela aplicação da estatística não paramétrica para medições repetidas no tempo (grupos relacionados), com a utilização da análise de variância de Friedman, e posterior comparação de médias, aplicando-se o teste descrito em Siegel & Castellan (1988).

Para análise da produção entre parcelas (dados independentes), adotaram-se os testes de Kruskal-Wallis e Wilcoxon, aplicando-se a Correção de Bonferroni no caso de mais de uma comparação de médias.

Para avaliar a produtividade por classe de DAP, utilizou-se a classificação proposta por Wadt *et al.* (2005), que consideram árvores com $10 \text{ cm} < \text{DAP} < 50 \text{ cm}$ como reprodutivamente imaturas; árvores com $50 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 100 \text{ cm}$ como jovens, com produção de frutos aumentando; árvores com $100 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 150 \text{ cm}$ como maduras, em plena produção; e as com $\text{DAP} > 150 \text{ cm}$ como senescentes, com produção declinante.

CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE EXTRATIVISTA

A caracterização do extrativismo praticado na região foi realizada com base na aplicação de questionários e por meio de painéis técnicos, que se iniciaram em 2005 e finalizaram em 2010. Nos assentamentos localizados nos municípios de São João da Baliza, São Luís do Anauá, Rorainópolis, Caracará e Caroebe, fez-se a coleta de informações cujo objetivo foi identificar colonos que trabalhassem frequentemente com o extrativismo da castanha-do-brasil. A partir desta identificação, procurou-se selecioná-los em função da estrada vicinal, de forma a obter maior abrangência de localidades.

Os dados foram obtidos via questionário, em entrevistas semiestruturadas, e visitas a campo entre os meses de março a novembro de 2005. Foram feitas perguntas relativas à mobilidade da família, dados da propriedade, renda familiar, organização social, infraestrutura comunitária e as diferentes fases envolvidas no extrativismo da castanha-do-brasil. No total, foram entrevistadas 47 pessoas, sendo dez em São João da Baliza, cinco em Caracará, 16 em Caroebe, dez em Rorainópolis e seis em São Luís do Anauá.

Em maio de 2006, foram entrevistados seis atravessadores, localizados nos municípios de São Luís do Anauá, São João da Baliza, Caroebe e Rorainópolis, onde foram coletados dados referentes à produção (início, final e pico), forma de comercialização (unidade de medida, preço de compra e revenda), estocagem, armazenamento e exigência do mercado em termos de qualidade.

Na região do baixo rio Branco, foram selecionados trinta extrativistas nas localidades de Santa Maria do Boiaçu, Lago Grande, Terra Preta, Canauani, Floresta, Samaúma, Xixuau, Itaguera e Caicubi, sendo o questionário aplicado em 2009.

Os dados para a caracterização do sistema extrativista praticado pelos índios Wai Wai foram obtidos nos anos de 2010 e 2011. Os questionários foram aplicados pelos próprios indígenas nas comunidades Makará, Anauá, Xari,

Jatapuzinho e Cobra, no ano de 2010. Em painel técnico – realizado na comunidade Anuá com todos os grupos, em 2010, e com a comunidade Anauá, em 2011 –, foram obtidos os coeficientes técnicos de produção.

Os dados foram avaliados por meio da estatística descritiva, com a utilização de tabelas de distribuição de frequência e cálculos de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

FENOLOGIA, ESTRUTURA POPULACIONAL E PRODUÇÃO DE FRUTOS NOS CASTANHAIS NATIVOS DE RORAIMA

A fase reprodutiva da castanheira-do-brasil nesta região da Amazônia inicia-se com a emissão dos botões florais entre os meses de outubro a dezembro, com máxima atividade entre janeiro e fevereiro. A floração é anual, longa e sincrônica ($Z = 0,78$ para SJB e $0,71$ para ITA). O início da floração ocorre nos meses de dezembro e janeiro, estendendo-se até o final do mês de maio do ano seguinte para SJB e até o mês de agosto para ITA, por um período médio que varia de seis a oito meses, dependendo da região (Figuras 3A e 4A).

A floração ocorreu, predominantemente, durante o período de menor precipitação, o que caracteriza a família Lecythidaceae, em acordo com a literatura disponível sobre a espécie (Clement, 2000; Leão & Carvalho, 2001; Maués, 2002; Cymerys *et al.*, 2005; Vieira *et al.*, 2007), porém Campos *et al.* (2013) observaram máxima atividade de floração na estação chuvosa em Mazagão (Amapá).

A floração nesta região da Amazônia é mais longa e ocorre mais tarde em comparação com regiões mais a sudoeste, no estado do Acre, e mais a leste, nos estados do Pará e do Amapá. Segundo Lima *et al.* (2012), em Rio Branco, a floração ocorre a partir de outubro, com duração de quatro a cinco meses. Santos *et al.* (2011) observaram que, em Tomé-Açu (Pará), a floração inicia em setembro, durando em média seis meses. Em Mazagão (Amapá), inicia em fevereiro, com duração de quatro meses.

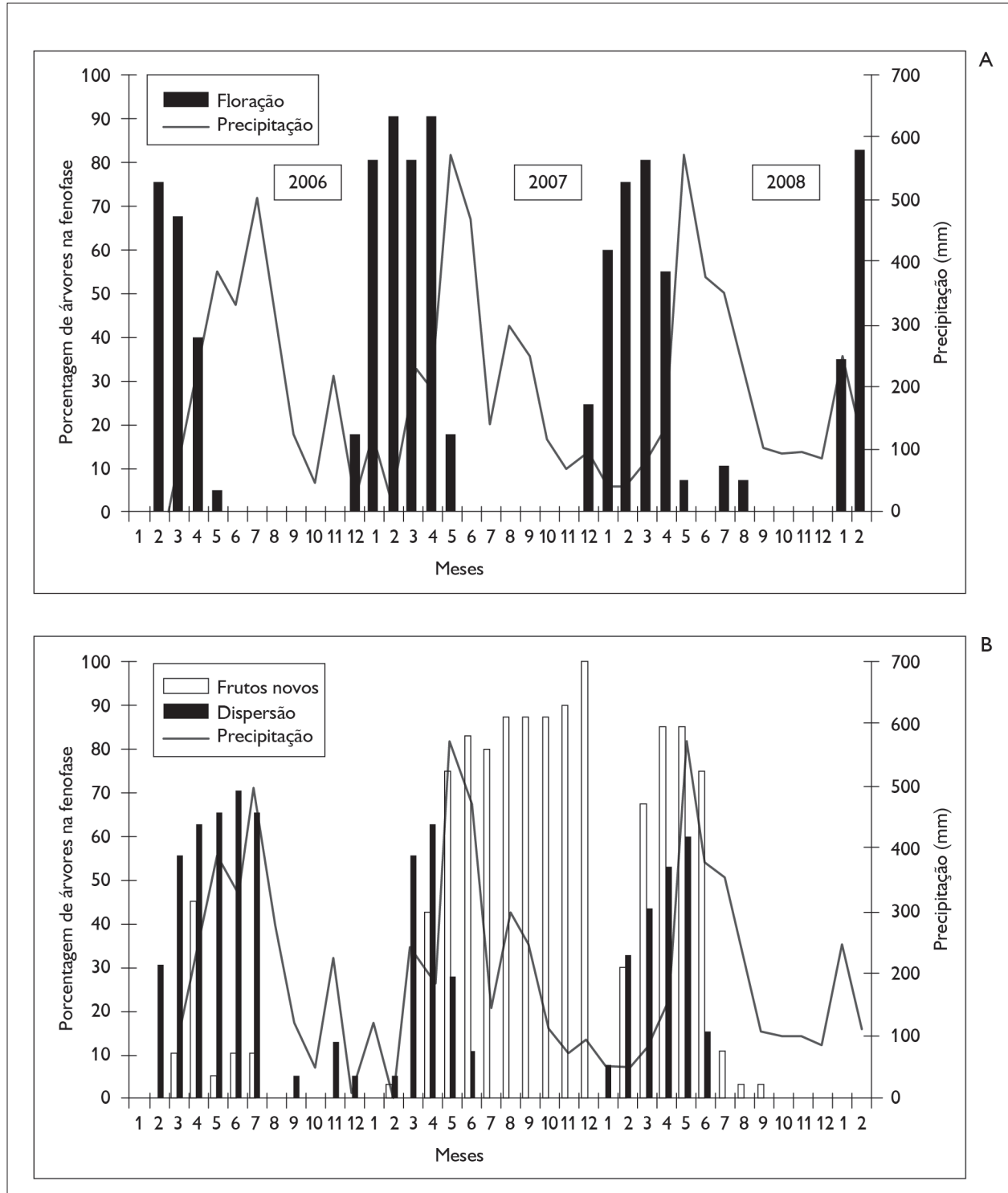


Figura 3. Porcentagem de indivíduos de castanha-do-brasil em floração (A) e com frutos novos e em dispersão (eixo esquerdo) (B) registrada quinzenalmente no período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2009, em São João da Baliza.



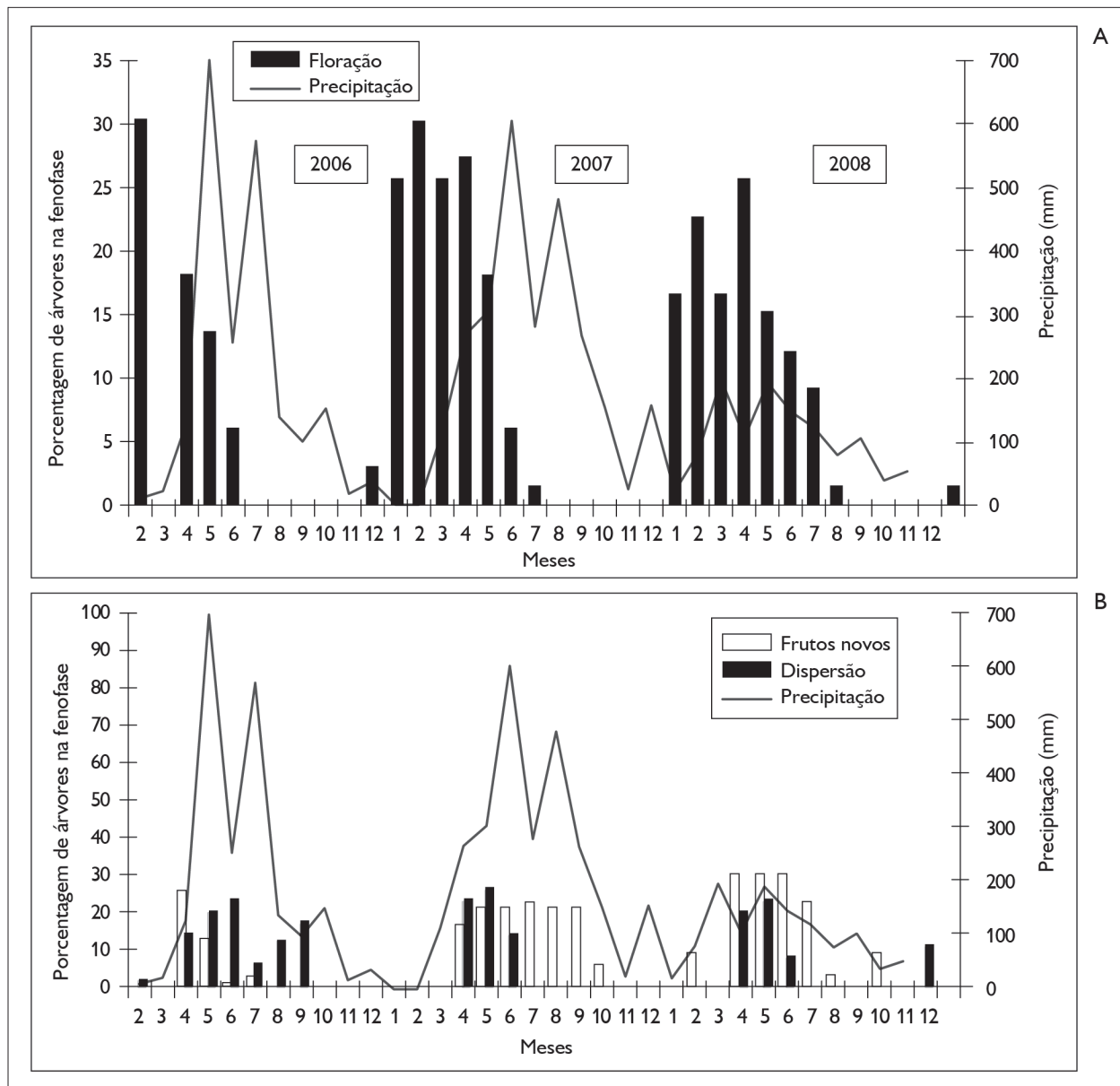


Figura 4. Porcentagem de indivíduos de castanheira-do-brasil em floração (A) e com frutos novos e em dispersão (B) registrada quinzenalmente no período de fevereiro de 2006 a dezembro de 2008, em Caracará.

A frutificação (Figuras 3B e 4B) inicia no período de menor precipitação, em janeiro, fevereiro ou março, dependendo da região e do ano, e ocorre de forma sincrônica ($Z = 0,72$ para SJB e $0,65$ para ITA). Observou-se um período médio de dez e 12 meses (SJB e ITA, respectivamente) entre a observação de frutos novos e

a dispersão dos frutos. Em SJB, o mínimo foi de nove e o máximo foi de 13 meses, e em ITA o mínimo foi de nove e o máximo foi de 20 meses. Os períodos médios foram menores em relação ao observado por Vieira *et al.* (2007) e Lima *et al.* (2012), que foi de 14 a 15 meses para os estados de Rondônia e Acre, respectivamente.

A dispersão (queda dos frutos) ocorreu de forma sincrônica ($Z = 0,67$ para SJB e $0,55$ para ITA) e iniciou na estação seca em SJB, nos meses de janeiro e fevereiro, com pico na estação chuvosa (Figuras 3B e 4B). Em média, a duração da queda dos frutos foi de seis meses para SJB e quatro meses para ITA, diferindo do Amapá e do Acre, onde os frutos começam a cair no início da estação chuvosa (janeiro a abril), com um período de dispersão de dois a três meses (Campos *et al.*, 2013) e quatro meses (Lima *et al.*, 2012), respectivamente. Em Porto Velho (Rondônia), a dispersão dos frutos chegou a durar oito meses (Vieira *et al.*, 2007) e, em Tomé-Açu (Pará), apenas dois meses (Santos *et al.*, 2011). Ressalta-se que os trabalhos de Vieira *et al.* (2007) e Santos *et al.* (2011) foram realizados em plantios.

Observou-se que nesta região de Roraima o pico da floração não coincidiu com o pico da dispersão, diferentemente do relatado por Lima *et al.* (2012) em Rio Branco (Acre).

A densidade das castanheiras variou de 3,7 a 13,5 indivíduos por hectare (Tabela 1), sendo maior na região do Itã (ITA). As variações nas densidades observadas em Roraima estão de acordo com as obtidas por autores como Salomão (1991, 2009), Peres & Baider (1997) e Peres *et al.* (2003), que relataram uma grande variação na densidade das castanheiras em diferentes locais da Amazônia (1,3 a 23 indivíduos.ha⁻¹).

A maior área basal por hectare foi observada em ITA, o que reflete a maior densidade de castanheiras.

Observou-se, em todos os locais, maior número de indivíduos nas classes diamétricas intermediárias, com a ausência de indivíduos em algumas classes (Figura 5).

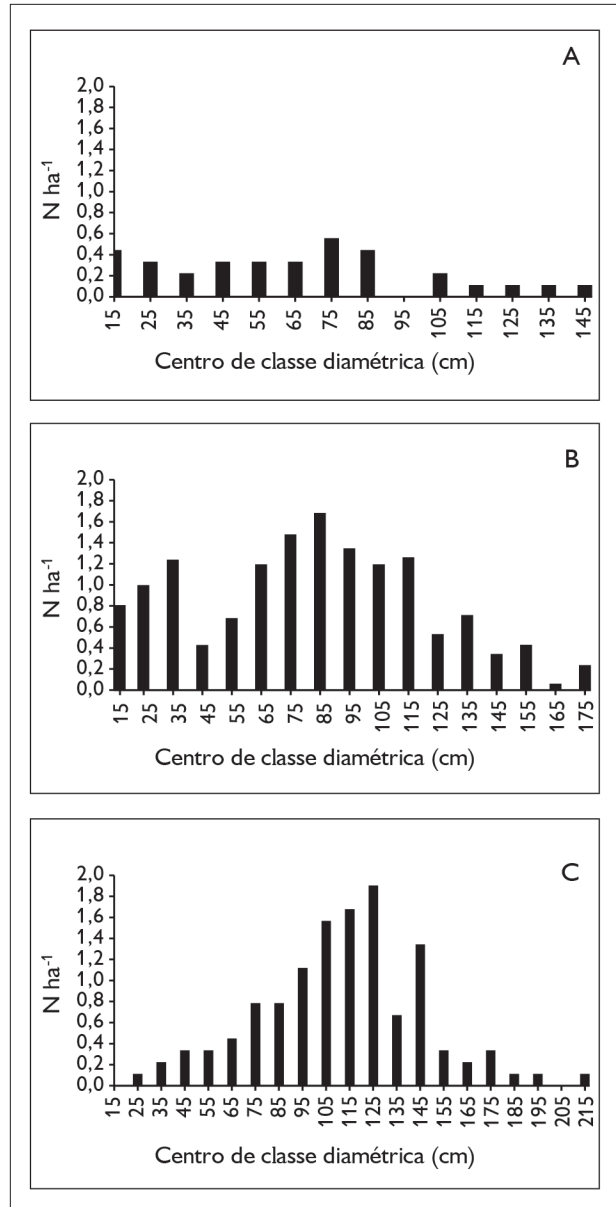


Figura 5. Estrutura diamétrica das populações estudadas: A) São João da Baliza (SJB); B) Itã (ITA); C) Cujubim (CUJ).

Tabela 1. Estatísticas descritivas para as estruturas diamétricas das populações avaliadas. Legendas: G = área basal das castanheiras por hectare; N = número de castanheiras por hectare; DAP = diâmetro à altura do peito; ITA = Caracará-Itã; CUJ = Caracará-Cujubim; SJB = São João da Baliza.

| Local | G | N | DAP (média) | DAP (mediana) | Desvio padrão do diâmetro | Variância do diâmetro |
|-------|------|------|-------------|---------------|---------------------------|-----------------------|
| ITA | 8,8 | 13,5 | 82,7 | 87,3 | 38,1 | 1.466,9 |
| CUJ | 7,5 | 6,5 | 118,8 | 113,2 | 35,5 | 1.287,1 |
| SJB | 1,68 | 3,7 | 65,9 | 64,7 | 36,2 | 1.313,4 |

Este tipo de estrutura diamétrica é o mais comum para a espécie e também foi observado nos trabalhos de Viana *et al.* (1998), Myers *et al.* (2000); Zuidema & Boot (2002), Zuidema (2003) e Peres *et al.* (2003).

Segundo Myers *et al.* (2000), este tipo de estrutura diamétrica é típico em espécies com recrutamento descontínuo e está associado às altas taxas de mortalidade em certas classes e a taxas de crescimento dependentes da classe de tamanho ou da ocorrência de eventos irregulares para a regeneração. Foi observada grande predominância de indivíduos adultos (DAP \geq 50 cm), representando 65,7% em SJB, 77,05% em ITA e 94,6% em CUJ. Os indivíduos jovens (DAP < 50 cm) corresponderam a 34,3% em São João da Baliza, 23,1% na região do Itã e apenas 5,2% na região do Cujubim. Os valores observados em ITA são próximos aos obtidos por Wadt *et al.* (2005) na Reserva Extrativista (RESEX) Chico Mendes (Acre), que observaram um percentual de 23% de indivíduos jovens (DAP < 50 cm).

A predominância de grandes árvores pode ser resultado de uma escassez de sementes, possivelmente ocasionada por altos níveis de extração que se mantiveram por décadas (hipótese das sementes como gargalo); por níveis insuficientes de sementes e polinizadores (hipótese do gargalo mutualístico); ou pela ausência de clareiras na floresta, criada por distúrbios naturais, como tempestades ou queda de grandes árvores (hipótese do gargalo para a viabilidade da regeneração).

Nas áreas estudadas, não existem informações seguras sobre o histórico de exploração madeireira ou da castanha que permitam inferências sobre as diferenças na estrutura das populações estudadas.

A produção de frutos e sementes variou significativamente entre locais e dentro de um mesmo local, com maior produção ocorrendo em 2012 e menor em 2011 (Figuras 6A e 6B). No ano de maior produção, os castanhais produziram de oito a 52 vezes mais do que no ano de menor produção.

A produção média por árvore diferiu entre locais nos anos de observação. O número médio de frutos

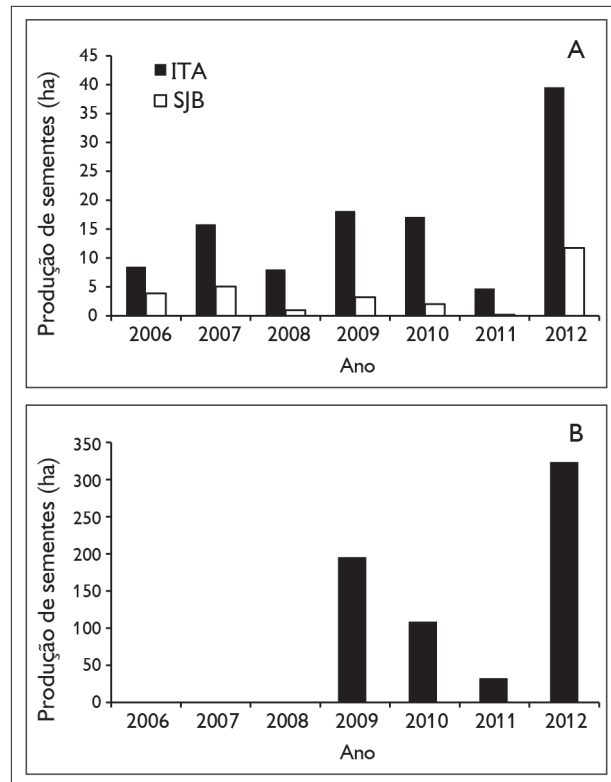


Figura 6. Variações anuais na produção total de sementes por hectare de castanhais nativos em Roraima: A) São João da Baliza (SJB) e Caracará-Itã (ITA); B) Caracará-Cujubim (CUJ).

produzidos por árvore ano⁻¹, desconsiderando as árvores imaturas, variou por local, com valores médios entre 21 e 115. O número máximo de frutos observados por árvore foi de 1.340. O peso médio de sementes frescas por árvore e local variou entre 3,4 a 13,9 kg, com um máximo de 173,8 kg árvore⁻¹.

As diferenças na produção média das árvores e na densidade dos castanhais refletiram-se na produção por hectare (Figura 7), porém o padrão observado ao longo dos anos foi semelhante em todas as populações, apresentando um ano de produção bem acima da média (2012), precedido por um ano de produção baixa (2011).

A semelhança no padrão de produção entre populações relativamente distantes (50 a 150 km) e as diferenças de produção entre os anos sugerem que os fatores de produção globais, como as variações

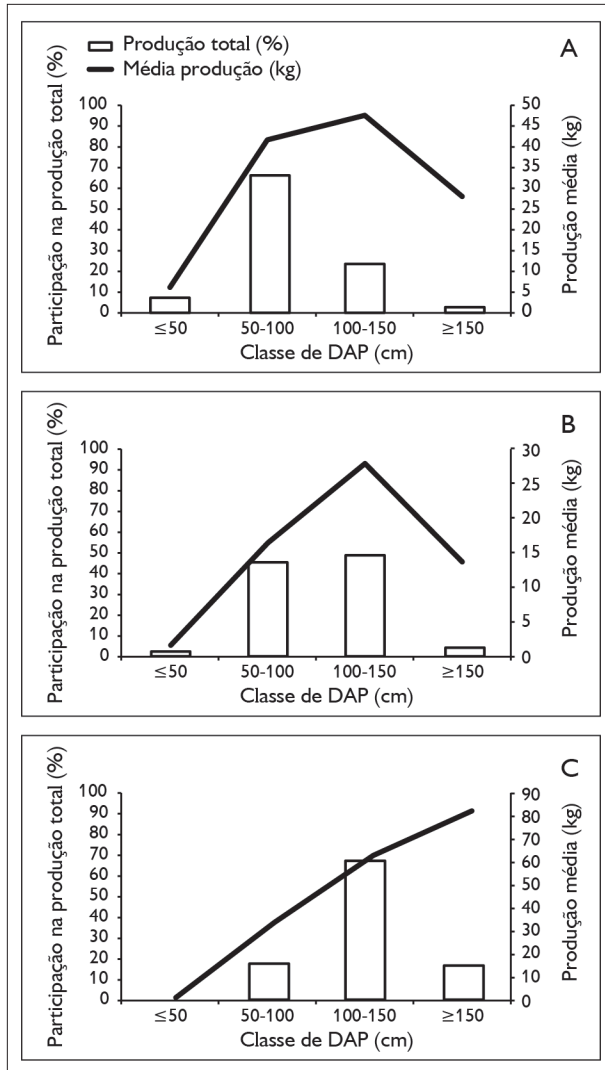


Figura 7. Produção média anual de sementes (kg) por árvore e participação percentual na produção por classe diamétrica nas populações estudadas. A) São João da Baliza (SJB); B) Itã (ITA); C) Cujubim (CUJ).

climáticas, têm maior efeito sobre o padrão de produção quando comparados a fatores locais (Tonini & Pedrozo, 2014).

Kainer *et al.* (2007) observaram uma redução significativa na produção de árvores de castanheira-do-brasil com a redução da precipitação em anos de seca prolongada, enquanto que Zuidema (2003) observou redução em anos de 'El Niño'.

Em SJB, foi observada uma produção média de 16 kg ha⁻¹ de sementes, com uma densidade de árvores adultas de 2,5 árvores ha⁻¹; em ITA, 34,8 kg ha⁻¹, com 10,1 árvores adultas por hectare; em CUJ, 166,18 kg ha⁻¹, com 6,3 árvores adultas por hectare. Estes resultados indicam que a produção neste último local foi bastante superior, mesmo apresentando menor densidade de plantas adultas em comparação com ITA.

A alta produção de frutos observada na área sob manejo florestal madeireiro (CUJ) em comparação com áreas não manejadas (ITA e SJB) indica que até o momento, e nas condições observadas, a exploração madeireira não teve efeito negativo sobre a produção de frutos das castanheiras. Estes dados sugerem que a fragmentação do *habitat* é mais prejudicial do que o corte seletivo de madeira nos processos reprodutivos da castanheira, e que a manutenção de populações viáveis desta espécie requer grandes áreas contínuas de floresta.

As abelhas Euglossini são as principais polinizadoras da castanheira. Embora sejam capazes de realizar voos de longa distância (Janzen, 1971), aparentemente são mais afetadas pela fragmentação do que outros grupos de abelhas (Brosi, 2009).

Na comparação com outras regiões da Amazônia, a população de CUJ pode ser considerada bastante produtiva. A produção de frutos obtida nesta população foi próxima à relatada por Zuidema (2003), para as regiões de Madre de Dios, Pando e Beni, na Bolívia, onde se encontraram valores variando de 100 a 184 frutos por árvore. A produção de castanhas, por outro lado, foi superior à relatada por Muller (1995 *apud* Pimentel *et al.*, 2007), para clones de castanheiras em plantios comerciais, com produções médias esperadas de até 12,5 kg de sementes por árvore. Em SJB e ITA, a produção média de frutos foi inferior à observada por Kainer *et al.* (2007) em cinco anos de monitoramento na RESEX Chico Mendes, a leste do estado do Acre, com média de 66,2 frutos (N = 140 árvores), porém próxima à observada por Viana *et al.* (1998) na RESEX Cachoeira, em Xapuri (Acre), no período de 1992-1993, com média de 18 frutos (N = 141).

A maior produtividade do castanhal de CUJ ainda não pode ser explicada de forma plenamente satisfatória, sendo necessários estudos sobre os sítios em questão. Porém podem ser explicados, em parte, por diferenças na estrutura das populações, pelo padrão de fragmentação da floresta e pelo tipo de solo, segundo estudos realizados na região por Ivanov (2011).

A análise da produção por classe diamétrica indicou que, de forma geral, as árvores nas classes intermediárias entre 50 e 150 cm são as que mais contribuem para a produção total. Isto pode ser explicado pela maior densidade de indivíduos nas classes intermediárias (Figura 7). As árvores jovens ($DAP \leq 50$ cm) tiveram uma participação muito baixa, variando de 0,34 a 20,9% nas três populações. As grandes árvores ($DAP \geq 150$ cm), em CUJ, foram as de maior produção média anual de sementes, indicando que a classificação proposta por Wadt *et al.* (2005) – ao categorizá-las como senescentes de produção declinante – não pode ser utilizada em todas as populações, sendo necessário subdividir a população em maior número de classes diamétricas a partir de estudos locais. Para ITA, observou-se uma tendência ao declínio na produção para árvores com DAP superior a 170 cm. Em CUJ, não se observou tendência ao declínio, mesmo para as árvores nas maiores classes diamétricas observadas, com diâmetros superiores a 210 cm.

CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES E DO EXTRATIVISMO PRATICADO EM RORAIMA

Assentamentos rurais

Nos assentamentos rurais, a predominância é de migrantes oriundos do Maranhão (27,7%), Rondônia (12,8%), Ceará (10,6%) e Paraná (8,5%). Os lotes possuem área média de 73,4 ha, e as principais atividades observadas foram o cultivo de plantas anuais e perenes, como banana, arroz, milho, mandioca, feijão, além de pastagens.

O tempo médio de moradia nos lotes é de dez anos, e somente uma minoria é exclusivamente extrativista (17%),

obtendo receitas principalmente da pesca e da castanha. Nos assentamentos, o extrativismo é praticado de forma ocasional, nas áreas de reserva legal dos lotes e em área devolutas, geralmente distantes e com maiores dificuldades de acesso. A maioria dos colonos coleta a castanha apenas quando o preço está em alta ou quando necessita reforçar o orçamento familiar, sendo poucos os indivíduos que praticam a atividade extrativista todos os anos.

A produção é vendida a atravessadores, em geral comerciantes estabelecidos na sede dos municípios, que posteriormente a revendem para atravessadores de beneficiadoras localizadas no Amazonas, Pará e Acre.

A castanha é comercializada predominantemente em sacas de quatro a cinco latas (50-60 kg). A medida mais comumente utilizada é a lata de 20 litros (12 a 15 kg). A produtividade média por dia trabalhado é de oito latas ($110 \text{ kg} \cdot \text{homem}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$).

Toda a produção nesta região é comprada por atravessadores, normalmente comerciantes tradicionais que atuam no varejo de produtos alimentícios nos municípios, comerciantes de banana e atravessadores ocasionais, que vêm de outros estados somente na época de safra da castanha. Estes comerciantes armazenam a produção em depósitos, por um período de até 90 dias, esperando a entressafra no Acre, Amazonas e Pará, e o conseqüente aumento dos preços. O extrativismo é realizado sem a adoção de práticas que evitem a contaminação por aflatoxinas, principalmente nas fases de lavagem, secagem e armazenamento.

Ribeirinhos do baixo rio Branco

Diferentemente dos assentados, os ribeirinhos que vivem na região do baixo rio Branco são predominantemente naturais de Roraima e do Amazonas e moram no local há mais de 15 anos. São pessoas adaptadas às dificuldades da região, que no passado já foi alvo de tentativas fracassadas de colonização agrícola.

Além da coleta da castanha, os ribeirinhos mantêm culturas de subsistência, como a mandioca, a banana, o abacaxi e a cana-de-açúcar. Também praticam a pesca e

a coleta de peixes ornamentais, do açaí e do cipó titica. A maior renda anual média em 2009 foi obtida com a coleta do açaí (Tabela 2).

A produção de um castanhal nesta região pode variar de 24 a 500 latas (288 a 6.000 kg de castanhas), porém nenhum extrativista soube responder com precisão à pergunta sobre a área do castanhal. A produtividade média dia/homem para a quebra e o transporte é de quatro a seis latas (48 a 72 kg). A maior renda obtida com a venda da castanha na safra em 2010 foi de R\$ 5.000,00 e a menor foi de R\$ 240,00, com uma média de R\$ 1.491,33, representando, em média, 24,2% da renda total das famílias.

Pode-se constatar que o extrativismo efetivado nesta região apresenta vários pontos negativos em

relação às boas práticas extrativistas, o que talvez venha a contribuir para o aumento da contaminação das castanhas por aflatoxinas. Pode-se citar o longo tempo entre a 'amontoa' e a quebra dos ouriços, a lavagem e a falta de secagem, bem como o armazenamento realizado com o ensaque das castanhas ainda úmidas.

Indígenas

Os dados populacionais e o número de famílias indígenas Wai Wai que trabalham com o extrativismo da castanha-do-brasil em Roraima são apresentados na Tabela 3. Pela relação entre o número de chefes de família e a população, pode-se constatar que as famílias são compostas, em média, por mais de cinco pessoas.

Tabela 2. Atividades praticadas na região do baixo rio Branco e sua rentabilidade no ano de 2009.

| Atividade | Renda anual | | |
|--------------------|---------------|--------------|--------------|
| | Máxima | Mínima | Média |
| Roça | R\$ 11.400,00 | R\$ 1.500,00 | R\$ 3.687,50 |
| Pesca | R\$ 4.200,00 | R\$ 2.750,00 | R\$ 3.400,00 |
| Açaí | R\$ 8.320,00 | R\$ 2.000,00 | R\$ 4.273,33 |
| Cipó titica | R\$ 1.760,00 | R\$ 850,00 | R\$ 1.202,50 |
| Peixe ornamental | R\$ 3.600,00 | R\$ 560,00 | R\$ 1.780,00 |
| Castanha-do-brasil | R\$ 5.000,00 | R\$ 240,00 | R\$ 1.491,30 |

Tabela 3. População, porcentagem de famílias que trabalham no extrativismo e dados sobre a produção de castanha-do-brasil no ano de 2010, nas comunidades indígenas Wai Wai avaliadas. Legendas: ¹ = obtida multiplicando-se o número de sacos por 44 kg (sacos de quatro latas, em que uma lata apresenta 11 kg); ² = obtida multiplicando-se a produção (kg) por R\$ 1,91 (o preço da lata foi de R\$ 21,00 na safra de 2010).

| Comunidade | Número de famílias | Trabalham com a castanha (%) | Pontos de coleta | Produção (sacos) | Produção ¹ (kg) | Receita bruta estimada ² (R\$) |
|-------------|--------------------|------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|---|
| Anauá | 192 | 15,6 | 12 | 2.231 | 98.164 | 187.493,20 |
| Xari | 62 | 6,4 | 7 | 950 | 41.800 | 79.838,00 |
| Jatapuzinho | 215 | 20 | 13 | 1.160 | 51.040 | 97.486,40 |
| Soma | 51 | 17,7 | 2 | 200 | 8.800 | 16.808,00 |
| Samaúma | 25 | 20 | 4 | 48 | 2.112 | 4.033,92 |
| Cobra | 46 | 21,7 | 2 | 130 | 5.720 | 10.925,20 |
| Makarã | 51 | 17,6 | 2 | 108 | 4.752 | 9.076,36 |
| Catual | 48 | 16,7 | 3 | 420 | 18.480 | 35.296,80 |
| Total | | | | 5.247 | 230.868 | 440.957,88 |



No sistema praticado pelos indígenas, os castanhais são divididos em pontos de coleta, cuja responsabilidade é entregue a uma família, que lhe dá o nome, porém existem casos de famílias que, mesmo não sendo responsáveis por pontos de castanha, acompanham seus parentes nos trabalhos e dividem os lucros.

O percentual de famílias que trabalham com o extrativismo da castanha varia de 6,4 a 21,7%. Durante a safra de 2010, a produção das comunidades Wai Wai em Roraima foi de 5.247 sacos, o que equivale a, aproximadamente, 231 toneladas de castanha, com uma receita bruta estimada de R\$ 441.000,00. As comunidades de maior produção foram as do Anauá, Xari e Jatapuzinho, que somaram 82,7% da produção total.

Uma pequena quantidade de castanha é destinada ao consumo nas comunidades, na forma de beiju, paçoca, leite, mingau e doce. O hábito de comer as amêndoas com farinha de mandioca também é comum entre os indígenas.

A coleta dos frutos é realizada por um período de três meses, sendo iniciada em maio e encerrada em julho. O tempo médio entre a queda dos frutos e a sua coleta varia de um a quatro meses. O mês de julho é reservado apenas ao transporte castanhal-comunidade-ponto de venda.

Verificou-se a necessidade de maior capacitação no planejamento da coleta. Melhorar a organização das atividades dentro da floresta pode ser fundamental para o aumento da eficiência e da rentabilidade da atividade extrativista. A parte mais cansativa consiste no transporte das castanhas até a beira do rio (primeiro transporte), que limita a área explorada e diminui o rendimento. Segundo relato dos indígenas, a área explorada nos castanhais é atualmente de, no máximo, 2 km do rio, indicando que ainda existem grandes áreas a serem exploradas.

Após o primeiro transporte, as castanhas são lavadas no rio com a utilização de um paneiro, sendo novamente ensacadas e armazenadas, sem secar, à beira do rio, onde podem permanecer por até dois meses. Antes de serem ensacadas, todas as sementes chochas, podres e mofadas são descartadas. Esta é uma prática aconselhável, pois,

além de evitar o desenvolvimento de fungos e bactérias, evita o transporte de peso desnecessário.

A prática de lavar as castanhas e ensacá-las sem a secagem adequada foi identificada como ponto negativo em relação aos bons procedimentos de coleta. Essa conduta é um dos principais responsáveis pela redução na qualidade da castanha, por favorecer a proliferação de fungos. Após a lavagem, a secagem deve ser imediata.

O segundo transporte, do rio à comunidade, é realizado via fluvial, com a utilização de canoas construídas pelos próprios indígenas e movidas a motores de popa. Nesta etapa, as castanhas são transportadas ensacadas por um período de viagem que varia de quatro a dez horas, dependendo da distância do castanhal.

O armazenamento das castanhas, quando realizado, é feito na comunidade, na própria canoa, onde ficam ensacadas pelo período de um dia.

O terceiro transporte, realizado da comunidade até o ponto de venda ao atravessador, também é feito por via fluvial, por meio de canoas. O período de viagem varia de três a dez horas, dependendo da localização da comunidade e do ponto de comercialização. Os indígenas comercializam suas castanhas com atravessadores dos estados do Pará, Acre e Amazonas. Nesse sistema, a remuneração à mão de obra familiar chegou a R\$ 182,03.

Com base na produção e nos dias trabalhados, obteve-se uma produtividade média de 3,1 latas (34,1 kg) homem/dia, inferior à obtida para os assentados rurais e os ribeirinhos no baixo rio Branco. Também está abaixo da produção relatada por Santos *et al.* (2002), em relação a Epitaciolândia (8 latas = 88 kg homem⁻¹ dia⁻¹), e Sá *et al.* (2008), referindo-se a Brasileira (5,63 latas = 51,9 kg homem⁻¹ dia⁻¹), em reservas extrativistas no Acre.

CONCLUSÕES

A extração de castanha-do-brasil compõe uma parte significativa da renda da família de ribeirinhos e indígenas de baixa renda no sul do estado de Roraima. O extrativismo é praticado com baixa organização social,

pouco apoio governamental e sem nenhum controle sobre os processos que podem levar à contaminação das castanhas por aflatoxinas, como a secagem e o armazenamento dos frutos.

A densidade e a produtividade dos castanhais estudados no sul de Roraima estão dentro do esperado para a Amazônia, com alguns anos e regiões apresentando uma produtividade maior do que a média.

Nesta região da Amazônia, a castanheira-do-brasil floresce predominantemente na estação seca, com pico nos meses de fevereiro a abril, o que dura de cinco a seis meses, mais tarde e por mais tempo do que nas regiões do Acre e do Amapá. A dispersão dos frutos ocorre durante quatro a seis meses, durante a estação chuvosa, com pico nos meses de abril a junho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a José Lopes Primo, Manuel Hass e José Firmino Farias, proprietários das áreas experimentais. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AUGSPURGER, C. K., 1983. Phenology, flowering, synchrony and fruit set of six neotropical shrubs. **Biotropica** 15(4): 257-267.

BROSI, B. J., 2009. The effects of forest fragmentation on euglossine bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Biological Conservation** 142(2): 414-423.

CAMPOS, A. M., J. L. FREITAS, E. S. SANTOS & R. B. L. SILVA, 2013. Fenologia reprodutiva de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em floresta de terra firme em Mazagão, Amapá. **Biota Amazônica** 3(1): 1-8.

CLAY, J. W., 1997. Brazil nuts: the use of a keystone species for conservation and development. In: C. H. FREESE (Ed.): **Harvesting wild species implications for biodiversity conservation**: 246-282. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

CLEMENT, C. R., 2000. Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*). In: J. W. CLAY, P. T. B. SAMPAIO & C. R. CLEMENT (Eds.): **Biodiversidade amazônica**: exemplos e estratégias de utilização: 119-132. INPA, Manaus.

CONSELHO INDÍGENA DE RORAIMA (CIR), [s. d.]. **Wai Wai**. Disponível em: <<http://www.cir.org.br/>>. Acesso em: 31 janeiro 2011.

CYMERYS, M., L. WADT, K. KAINER & V. ARGOLO, 2005. Castanheira: *Bertholletia excelsa* H. & B. In: P. SHANLEY & G. MEDINA (Eds.): **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**: 61-74. CIFOR, Belém.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RORAIMA (FEMACT-RR), 2003. **O Brasil do hemisfério norte**: diagnóstico científico e tecnológico para o desenvolvimento: 1-512. Ambtec, Boa Vista.

GUTIERRES, I. P., 2008. **A grande árvore**: 1-41. Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2009. **Uso da terra e gestão do território no estado de Roraima**: 1-46. IBGE, Rio de Janeiro.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA), 2006. **Povos indígenas no Brasil**: povo Wai Wai. Disponível em: <<http://pib.socioambiental.org/pt/povo/waiwai>>. Acesso em: 31 janeiro 2011.

IVANOV, G. B., 2011. **Influência de variáveis dendrométricas, anatômicas e ambientais na produção de frutos e sementes de *Bertholletia excelsa* H.B.K.**: 1-96. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4293>. Acesso em: 29 dezembro 2011.

JANZEN, D. H., 1971. Euglossine bees as a long distance pollinators of tropical plants. **Science** 171(3967): 203-205.

KAINER, K. A., L. H. O. WADT & C. L. STAUDHAMMER, 2007. Explaining variation in Brazil nut fruit production. **Forest Ecology and Management** 250(3): 244-255.

LEÃO, N. V. M. & J. O. P. CARVALHO, 2001. Fenologia reprodutiva de 25 espécies arbóreas da Amazônia. In: J. N. M. SILVA, J. O. P. CARVALHO & J. A. G. YARED (Eds.): **A silvicultura na Amazônia Oriental**: 117-128. EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém.

LIMA, S. M. S., F. L. FONSECA, M. F. CORREIA, L. H. O. WADT & E. S. G. GUARINO, 2012. Fenologia de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (castanheira), *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba) e *Copaifera* spp. (copaíba), na Amazônia Sul-Occidental. **Anais da Reunião Anual da SBPC** 64: 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/9446.htm>>. Acesso em: 5 agosto 2013.

MAUÉS, M. M., 2002. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) in eastern Amazônia. In: P. KEVAN & V. L. IMPERATRIZ FONSECA (Eds.): **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature: 245-254. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

MORI, S. A., 1992. The Brazil nut industry: past, present and future. In: M. PLOTKIN & L. FAMOLARA (Eds.): **Sustainable harvest and marketing of rain forest products**: 241-252. Island Press, Washington.



- MORI, S. A. & G. T. PRANCE, 1990. Taxonomy, ecology and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb & Bonpl: Lecythidaceae). **Advances in Economy Botany** 8: 130-150.
- MYERS, G. P., A. C. NEWTON & O. MELGAREJO, 2000. The influence of canopy gap size on natural regeneration of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in Bolívia. **Forest Ecology and Management** 127(1-3): 119-128.
- NEWSTRON, L. E., G. W. FRANKIE & H. G. BAKER, 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at la selva, Costa Rica. **Biotropica** 26(2): 141-159.
- OLIVEIRA JUNIOR, J. O. L., P. COSTA & M. MOURÃO JUNIOR, 2005. Agricultura familiar nos lavrados de Roraima. In: R. I. BARBOSA, H. A. M. XAUD & J. M. C. SOUZA (Eds.): **Savanas de Roraima: etnoecologia, biodiversidade e potencialidades agrossilvipastoris**: 155-167. FEMACT, Boa Vista.
- PERES, C. A. & C. BAIDER, 1997. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in Southeastern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology** 13(4): 595-616.
- PERES, C. A., C. BAIDER, P. ZUIDEMA, L. H. O. WADT, K. KAINER, D. A. P. GOMES-SILVA, R. P. SALOMÃO, L. L. SIMÕES, E. R. N. FRANCIOSI, F. C. VALVERDE, R. GRIBEL, G. H. SHEPARD JR., M. KANASHIRO, P. COVENTRY, D. W. YU, A. R. WATKINSON & R. P. FRECKLETON, 2003. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science** 302(5653): 2112-2114.
- PIMENTEL, L. D., A. WAGNER JUNIOR, C. E. M. SANTOS & C. H. BRUCKNER, 2007. Estimativa de viabilidade econômica no cultivo da castanha-do-brasil. **Informações Econômicas** 37(6): 26-36.
- SÁ, C. P., M. M. BAYMA & L. H. O. WADT, 2008. **Coefficientes técnicos, custo e rentabilidade para a coleta de castanha-do-brasil no estado do Acre**: sistema de produção melhorado, 2008: 1-4. EMBRAPA Acre (Comunicado Técnico, n. 168), Rio Branco.
- SALOMÃO, R. P., 1991. Estrutura e densidade de *Bertholletia excelsa* H. & B. (castanha-do-brasil) nas regiões de Carajás e Marabá, estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica** 1(1): 47-68.
- SALOMÃO, R. P., 2009. Densidade, estrutura e distribuição espacial da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em uma floresta tropical de platô na Amazônia Setentrional. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 4(1): 11-25.
- SANTOS, A. C. S., M. M. MAUÉS, F. S. CORREA & T. S. A. MOURA, 2011. Requerimentos de polinização e fenologia da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) em Tomé-Açu/PA. **Anais do Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA** 15: 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/899850/1/ResExpPIBICAndraDEFINITIVOocorrigido.pdf>>. Acesso em: 1 agosto 2013.
- SANTOS, J. C., S. A. VEIGA, C. P. SÁ, L. H. O. WADT, G. C. NASCIMENTO & M. R. SILVA, 2002. **Estimativa de custo de coleta e rentabilidade para sistema extrativista de castanha-do-brasil no Acre, safra 2001/2002**: 1-4. EMBRAPA Acre (Comunicado Técnico, n. 156), Rio Branco.
- SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE RORAIMA (SEPLAN-RR), 2010. **Informações socioeconômicas do município de São João da Baliza - RR, 2010**: 1-68. CGEES/SEPLAN-RR, Boa Vista.
- SIEGEL, S. & N. J. CASTELLAN, 1988. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**: 1-200. McGraw-Hill, New York.
- TONINI, H., C. E. V. LOPES, P. E. KAMINSKI & P. COSTA, 2006. **Perfil do extrativismo e características da cadeia produtiva da castanha-do-brasil em projetos de reforma agrária no sul do estado de Roraima**: 1-33. Embrapa Roraima (Documentos, 7), Boa Vista.
- TONINI, H. & C. A. PEDROZO, 2014. Variações anuais na produção de frutos e sementes de castanheira do Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) em florestas nativas de Roraima. **Revista Árvore** 38(1): 133-144.
- VIANA, V. M., R. A. MELLO, L. M. MORAES & N. T. MENDES, 1998. Ecologia e manejo de populações de castanha-do-brasil em reservas extrativistas, Xapuri, estado do Acre. In: C. GASCON & P. MOUTINHO (Eds.): **Floresta amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**: 277-292. Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, Manaus.
- VIEIRA, A. H., M. M. BENTES-GAMA, A. C. OLIVEIRA & R. B. ROCHA, 2007. Contribuições sobre a fenologia da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. Bonpl.) em Porto Velho (RO). **Anais do Congresso de Ecologia do Brasil** 7: 1 CD-ROM.
- WADT, L. H. O., K. A. KAINER & D. A. P. GOMES-SILVA, 2005. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management** 211(3): 371-384.
- ZEA, E. S., 2010. Transformações Wai Wai. In: R. I. BARBOSA & V. F. MELO (Eds.): **Roraima: homem, ambiente e ecologia**: 171-194. FEMACT, Boa Vista.
- ZUIDEMA, P. A., 2003. **Demography and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*)**: 1-111. PROMAB, Riberalta.
- ZUIDEMA, P. A. & R. G. A. BOOT, 2002. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the bolivian amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. **Journal of Tropical Ecology** 18(1): 1-31.