

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

**EFEITO DO ARMAZENAMENTO EM AREIA ÚMIDA E DA
APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE A
GERMINABILIDADE DE SEMENTES DE CASTANHEIRA-
DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.)**

ANTÔNIO NOBRE DA SILVA

CUIABÁ-MT
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

**EFEITO DO ARMAZENAMENTO EM AREIA ÚMIDA E DA
APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE A
GERMINABILIDADE DE SEMENTES DE CASTANHEIRA-
DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.)**

ANTÔNIO NOBRE DA SILVA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. SEBASTIÃO CARNEIRO GUIMARÃES

Dissertação apresentada à Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade Federal de Mato Grosso,
para obtenção do título de Mestre em
Agricultura Tropical.

CUIABÁ-MT

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

S586e Silva, Antonio Nobre Da.

Efeito do armazenamento em areia úmida e da aplicação de ácido giberélico sobre a germinabilidade de sementes de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.) / Antonio Nobre da Silva. 2008. 45 p. : il. ; color.

Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical).
Universidade Federal de Mato Grosso: Cuiabá, 2008.
Orientador: Prof. Dr. Sebastião Carneiro Guimarães.
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima B. Coelho

1. Embrião imaturo. 2. Sementes recalcitrantes.
3. Giberelina. I. Efeito do armazenamento em areia úmida e da aplicação de ácido giberélico sobre a germinabilidade de sementes de castanheira-do-brasil (*Bertholletia Excelsa* Humb. & Bompl.)

631

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: EFEITO DO ARMAZENAMENTO EM AREIA ÚMIDA E DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE A GERMINABILIDADE DE SEMENTES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.)

Autor: Antônio Nobre da Silva

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Carneiro Guimarães

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima Barbosa Coelho

Aprovada em 14 de novembro de 2008.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Sebastião Carneiro
Guimarães (FAMEV/UFMT)
(Orientador)

Prof^a. Dr^a. Maria C. F. e Albuquerque
(FAMEV/UFMT)
(Membro)

Prof^a. Dra. Patrícia Helena de Azevedo
(FAMEV/UFMT)
(Membro)

A minha mãe

Maria Severina Nobre da Silva

A meu pai

Pedro Eduardo da Silva (*In memoriam*)

A meus irmãos, em especial a

Teresinha Nobre

OFEREÇO

A meu filho, Pedro Eduardo Maehler Nobre

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pela bolsa concedida para essa dissertação.

À Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima Barbosa Coelho e ao Prof. Dr. Sebastião Carneiro Guimarães, pela confiança, orientação e amizade.

Aos demais membros da banca examinadora, Prof^a. Dr^a. Maria Cristina de Figueiredo e Albuquerque e Prof^a. Dr^a. Patrícia Helena de Azevedo.

À Bióloga Sidnéa Aparecida Fiori Caldeira, pela prestativa ajuda e pelo alto-astral cativante.

Às secretárias da Pós-graduação Denise A. de Arruda Alves e Maria Minervina de Souza, pelo profissionalismo e amizade conquistada.

Aos amigos, dentro e fora da academia, com especial atenção a todos os camaradas militantes da 4^a Internacional.

Aos colegas de curso, pela emoção de cada reencontro.

À equipe de plantão do Laboratório de Sementes, Carmen Lúcia Ferreira Fava, Eliane M. F. Daltro, Fernanda Cervi, Fábio Mattioni, Islayne Flenga, José Ricardo Castrillon, José Luiz da Silva, Roseli M. Giachini, Rosilaine A. P. Gomes de Faria, e Vagner A. Teixeira e ao Sr. João de Almeida, pelos momentos de alegria, críticas e descontração.

Ao professor Gilmar Batista Morostega, pela revisão do abstract.

Aos alunos da Agronomia que monitorei e com os quais muito aprendi e aos bolsistas do Laboratório de Sementes.

EFEITO DO ARMAZENAMENTO EM AREIA ÚMIDA E DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE GERMINABILIDADE DE SEMENTES DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.)

RESUMO - A castanheira-do-brasil faz parte das riquezas da floresta Amazônica, e após a decadência da borracha passou a constituir-se no principal produto extrativo para exportação dessa região, na categoria de produtos básicos. As sementes dessa espécie têm comportamento recalcitrante, com rápida perda de viabilidade quando armazenadas sob baixa temperatura e umidade, e há relatos de que possuem dormência química, morfológica ou fisiológica, em razão do longo período de germinação. Neste trabalho procurou-se avaliar o efeito do armazenamento em areia úmida e do pré-tratamento com ácido giberélico sobre a germinabilidade das sementes de castanheira-do-brasil. Foram realizados dois experimentos. No primeiro experimento foi avaliado o efeito do ácido giberélico em cinco concentrações (0, 200, 400, 600 e 800 ppm), aplicado às sementes sem tegumento por meio de imersão por 48 horas. Ao final de 250 dias do teste de germinação em areia verificou-se que o pré-tratamento com ácido giberélico foi prejudicial à germinabilidade das sementes. A maior germinabilidade (protrusão de raiz primária e/ou epicótilo) foi de 55,0%, obtida no tratamento testemunha (0 ppm). No segundo, foi verificado o efeito do armazenamento das sementes intactas em areia úmida, tendo sido verificado que nessas condições ocorreu manutenção da vitalidade das mesmas por até 180 dias, e o período de permanência nesse ambiente reduziu o tempo posterior para a protrusão de raiz primária e/ou epicótilo no teste de germinação, o qual foi realizado com as sementes desprovidas do tegumento. Nesse experimento a germinabilidade (protrusão de raiz primária e/ou epicótilo) variou de 57,0% (90 dias armazenada em areia e 160 dias de teste de germinação) a 64,0% (180 dias armazenada em areia e 70 dias de teste de germinação). Após 90 dias, iniciou a germinação de sementes

(protrusão de raiz primária) no próprio ambiente de armazenamento, ressaltando-se que nesse caso elas encontram-se com o tegumento.

Palavras-chave: embrião imaturo, sementes recalcitrantes, giberelina.

**EFFECT OF THE STORAGE IN MOISTURE SAND AND GIBERELIC ACID
APPLICATION ON BRAZIL NUT (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.)
SEEDS GERMINATION**

ABSTRACT - The brazil nut is part of Amazon rainforest richness and after the decay of rubber production become the main product to export in this region, classified like a basic product. The seeds of this specie have a behaviour which don't tolerate to lose water, with speed loss of viability when stored on low temperature and moisture, and there are affirmative, that they have chemistry, morphologic or physiologic dormancy activity due a surplus in germination's time. The aim of this work is to evaluate the effect of the storage in moisture sand and of the pretreatment with giberelic acid on brazil nut seeds germination. Two experiments were realized. In a first study was evaluated the effect of the giberelic acid in five concentrations (0, 200, 400, 600 and 800 ppm) immersing the seeds without tegument for 48 hours. At the end of 250 days of the germination test, in sand, was verified that the pretreatment with giberelic acid is harmful on seeds germination. The great germination (the emission of primary root and/or epicotyl) of 55,0% was obtained in treatment without giberelic acid (0 ppm). In a second study was evaluated the effect of the storage of the seeds in moisture sand, have been verified that in these conditions, the vitality of them remain up to 180 days and the period they remain in this environment reduce the subsequent time to the emission of primary root and/or epicotyl in the germination test. In this experiment, the germination (emission of primary root and/or epicotyl) oscillated between 57,0% (after 90 days storage in sand and 160 days of germination test) and 64,0% (180 days stored in sand and 70 days of germination test). After a period of 90 days, the seeds germination started (emission of primary root) in the same storage place, accentuating that in these conditions, they were with their teguments.

Keywords: dormancy, giberelic, plant growth regulators.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Características Gerais e Importância da Espécie	13
2.2 Ocorrência da Castanheira-do-brasil	16
2.3 Dispersão de Sementes	17
2.4 Germinação das Sementes	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Efeito do Pré-tratamento com Ácido Giberélico sobre a Germinabilidade das Sementes	21
3.2 Armazenabilidade das Sementes em Areia Úmida	22
3.2.1 Avaliação da Germinação em Condições Controladas	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Efeito do Pré-tratamento com Ácido Giberélico sobre a Germinabilidade das Sementes	26
4.2 Armazenabilidade das Sementes em Areia Úmida	30
4.2.1 Avaliação da Germinação em Condições Controladas	35
5 CONCLUSÕES	37
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
7 APÊNDICE	42

1 INTRODUÇÃO

A exploração dos castanhais silvestres teve início em 1800 e, após anos, o estado do Pará começou a explorar o produto (Muller et al., 1980). O alto preço da borracha incentivava o contingente de mão-de-obra da região na exploração do látex da seringueira, conseqüentemente os outros produtos do extrativismo regional eram deixados de lado. Entretanto, as sucessivas baixas no preço da borracha forçavam a procura de outros produtos extrativos para compensar a renda perdida (Muller et al., 1980).

A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.) tornou-se conhecida na Europa em 1933, através das monografias geográficas do geólogo Laet, mas supõe-se que as amêndoas utilizadas na alimentação dos índios, citada em 1950 pelo padre Acosta, seriam de castanheira-do-brasil (Muller et al., 1980).

A castanheira-do-brasil, que era utilizada na alimentação dos índios e de animais domésticos, passou a ser uma das principais fontes do extrativismo regional, ocupando grande contingente de mão-de-obra, não somente nas matas, mas também nas cidades, onde o produto é beneficiado; em 1979 contribuiu com mais de 36 milhões de dólares, correspondente a mais de 25 mil toneladas de castanha exportadas (Muller et al., 1980).

A produção mundial de castanha é altamente concentrada em dois países: Brasil e Bolívia. O Brasil ocupou a posição de maior produtor entre

as décadas de 1960 até 1990, sendo ultrapassado pela Bolívia nos anos seguintes (Souza, 2006). A produção brasileira é baseada no extrativismo, muito embora seja um dos principais produtos da pauta de exportação da região amazônica, tendo variado de 104,4 mil toneladas/ano em 1970 até 25,3 mil toneladas/ano em 1992 (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1994). Segundo Carvalho et al. (1994), a maior produção extrativista se deu na década de 70, devido à abertura de estradas na região amazônica; posteriormente, houve decréscimo dessa atividade, com a expansão da fronteira agrícola.

O desmatamento, para atender o avanço da agropecuária, tem causado grande impacto nas formações nativas da castanheira-do-brasil, com perdas de material genético, exploração direta da madeira e ameaça de extinção.

Estudos sobre métodos de propagação são importantes na exploração econômica de qualquer espécie vegetal, representando, segundo Scheffer (1992), a primeira etapa na pesquisa de plantas com potencial de cultivo. Na propagação sexuada, o conhecimento da estrutura da semente e dos fatores que afetam a germinação e o crescimento inicial são fundamentais no estabelecimento da plântula e na produção eficiente das mudas para instalação da cultura.

As dificuldades de propagação da castanheira residem no fato de que suas sementes possuem comportamento recalcitrante (Figueiredo et al., 1990), característica essa que condiciona rápida perda de viabilidade sob condições de armazenamento em temperatura e umidade baixas.

Trabalhos desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em suas unidades localizadas na região amazônica, na década de 80, conseguiram antecipar a germinação de sementes dessa espécie, removendo-se o tegumento. Em face das dificuldades na execução dessa operação, e de fato da germinação ainda se estender por período de até 180 dias, outros estudos envolvendo tratamentos físicos, químicos e mecânicos foram executados por vários

autores, contudo sem ter havido progresso que alterasse os estádios de conhecimento até então alcançados.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do ácido giberélico sobre o processo de germinação das sementes de castanheira-do-brasil, e a manutenção da viabilidade desses diásporos quando armazenados em areia úmida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características Gerais e Importância da Espécie

A castanheira-do-brasil é uma dicotiledônea, da ordem Lecitidales e família botânica Lecitidácea. Foi denominada de *Bertholletia excelsa* por Humboldt e Bompland em 1808 (Moritz, 1984).

É a única espécie do gênero *Bertholletia*, ocorrendo de forma nativa nas Guianas, Venezuela, Brasil, leste da Colômbia, leste do Peru e leste da Bolívia; o gênero foi batizado em homenagem ao célebre químico francês Claude Louis Berthollet, e o epíteto específico “excelsa” por destacar-se majestosamente do nível das copas das plantas circundantes (Muller et al., 1980).

É uma espécie arbórea de grande porte, cujas árvores podem chegar a 50 m de altura, e suas copas, em forma de guarda-chuva, se sobressaem às outras árvores nativas; essa espécie poderia ser enquadrada dentro dos grupos ecológicos proposto por Whitmore (1990) como uma espécie clímax exigente em luz, e geralmente têm sementes recalcitrantes (Kainer et. al., 1999).

Plantas que produzem sementes classificadas como recalcitrantes são tipicamente restritas às áreas tropicais úmidas, condições em que o ambiente apropriado para o crescimento da muda é mais ou menos constante durante o ano (Roberts e King, 1980 citado por Kainer et al., 1999) e, portanto, sua história natural sugere intolerância para condições secas e, possivelmente, temperaturas baixas.

A castanheira apresenta sistema radicular pivotante, profundo, com raízes secundárias muito abundantes e desenvolvidas, podendo explorar volume de solo em torno 10.000 m³. As folhas da castanheira apresentam pecíolo de 5 a 6 cm de comprimento, em forma de calha, com lâmina coriácea de base aguda e margens onduladas, com 25 - 35 cm de comprimento e 8 a 12 cm de largura (Camargo, 1997).

As inflorescências são do tipo panícula, com eixos compostos por espigas (Mori e Prance, 1983; Camargo, 1997). A constituição floral é

zigomórfica com 2 a 3 sépalas e 6 pétalas amarelas não aderentes (Moritz, 1984). O ovário é ínfero contendo 3 a 6 lóculos e 16 a 25 óvulos inseridos na base do septo (Mori e Prance, 1990a, Camargo, 1997). Na Figura 1 encontram-se os principais componentes de uma flor de castanheira-do-brasil.

O fruto é do tipo cápsula, denominada pixídio ou ouriço, arredondado, e apresenta pericarpo duro e resistente; sua massa pode variar de 500 a 1.500g e conter de 15 a 24 sementes (Figuras 2 e 3).

Segundo Moritz (1984), as sementes estão unidas através do funículo à coluna central do ovário. Por ocasião do ressecamento, no tempo de maturação do fruto, a placenta se encolhe e puxa o opérculo (umbigo) para



FIGURA 1. Flor de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.), antes da antese, em corte longitudinal. 1-Chapéu, 2-Pétala, 3-Sépala, 4- Estaminódios, 5-Estames, 6-Estílete, 7-Ovário. Modificado de Camargo (1997).

dentro, dando origem a um orifício com aproximadamente 1 cm de diâmetro. Em outras espécies o opérculo cai e com isso também são liberadas as sementes, o que não acontece com a *Bertholletia*.



FIGURA 2. Foto do ouriço. Fonte GERA/UFMT (2005).



FIGURA 3. Frutos seccionados de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.) e suas sementes. Fonte Camargo (1997).

Sua madeira é moderadamente pesada ($0,75 \text{ g/cm}^3$), macia ao corte, apresentando cerne castanho claro levemente rosado, com textura média, com cheiro e gosto imperceptíveis (Mainieri e Peres, 1989; Camargo, 1997).

Diversos estudos revelam que a amêndoa constitui-se em alimento grandemente apreciado, apresentando de 60 a 70% de lipídios, 15 a 20% de proteína de alta qualidade biológica, vitaminas e minerais (Cardarelli et al., 2000), com valor calórico de 640 kcal em cada 100 g de polpa, sendo por isso considerada como semente oleaginosa (Pacheco, 2003).

Quanto aos minerais, pode ser citada a presença de bário, bromo, cálcio, cobalto, céσιο, magnésio, níquel, rubídio, estrôncio e selênio, sendo esse último elemento o de maior destaque (Silva e Junior, 2003). O azeite da amêndoa é certificado como produto orgânico e se destaca pela presença de selênio, micronutriente de reconhecido valor na prevenção de males associados ao envelhecimento (Alessio, 2001).

2.2 Ocorrência da Castanheira-do-brasil

A castanheira-do-brasil concentra-se principalmente em regiões submetidas aos tipos climáticos Aw (Tropical de Savana) e Am (Tropical Monçônico), com temperaturas médias anuais entre $24,3$ e $27,2^\circ\text{C}$, precipitação média de 1400 a 2800 mm anuais e deficiência hídrica anual entre 15 e 450 mm, evidenciando as boas condições de desenvolvimento em clima tropical úmido, notadamente naqueles sujeitos a períodos anuais de relativa estiagem (Diniz e Bastos, 1974).

Ocorre em terras firmes de mata alta, com dispersão natural abrangendo desde o alto Orinoco (5° Latitude Norte) até o alto Beni (14° Latitude Sul), onde estão inclusas a Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia e Guianas (Muller et al., 1980). Segundo os mesmos autores, as mais numerosas formações compactas dessa espécie estão em terras brasileiras, localizadas nos estados do Pará (rios Trombetas, Tapajós, Xingu, Tocantins e afluentes), Maranhão (área constituinte da Amazônia Legal), Mato Grosso (rio Araguaia), Amazonas (rios Amazonas, Madeira, Negro, Purus e

afluent) e Acre (rios Purus, Acre, Laço e Abunã), geralmente em solo argiloso ou arenito silicoso.

Em Mato Grosso a castanheira ocorre tanto em formações de floresta Ombrófila tropical densa quanto aberta, que são duas formações florestais mais abundantes da Amazônia brasileira, Camargo (1997) com área de aproximadamente três milhões de km² (Araújo et al., 1986)

As castanheiras apresentam-se geralmente em grupos de seis ou mais árvores (Moritz, 1984), e muitos estudiosos tentaram decifrar esse comportamento agregado, o que facilita a coleta dos frutos. Ducke et al. (1969), citado por Camargo (1997), levantaram a hipótese de que a castanheira-do-brasil foi uma cultura pré-colombiana incorporada à floresta, fato também ocorrido com outras culturas que, abandonadas, foram absorvidas pela selva.

2.3 Dispersão de Sementes

A castanheira-do-brasil tem ecologia de dispersão complexa, que provavelmente depende em grande parte das atividades de aproveitamento e dispersão de sementes realizadas pelas cutias (*Dasyprocta* spp) (Camargo, 1997). Os frutos não possuem abertura suficiente grande para o escape das sementes as quais só podem ser soltas quando da abertura das mesmas (Zuidema, 2003). Essa atividade, nos bosques, realiza-se principalmente pela intervenção das cutias, que são grandes roedores que se alimentam das amêndoas, após romperem o pericarpo lenhoso, espesso e duro. Cerca de 80% do total de frutos de castanheiras são abertos por esses animais Ortiz (2002). Há também outros roedores como a paca (*Agouti paca*) que podem igualmente abrir os frutos, além de macacos, que o fazem quando estes ainda se encontram nas árvores (Zuidema, 2003).

Como os frutos são transportados de um lugar para outro antes da abertura, encontram-se frutos abertos a distâncias maiores que 300 m (Ortiz, 1995), os que não são consumidos em um período de tempo podem germinar e dar origem a novas plantas (Camargo, 1997). Cerca de 50% dos frutos abertos por cutias se encontram além da coroa da árvore de

castanheira, a cerca de 20 m de distância do tronco; como comparação, pode-se mencionar que apenas 2% dos frutos não abertos por cutias encontram-se a essa distância (Zuidema (2003).

As distâncias de dispersão podem ajudar a explicar a distribuição espacial agrupada da castanheira-do-brasil. As poucas sementes que alcançam lugares mais distantes da árvore de castanheira seriam então as possíveis fontes para o desenvolvimento de novas manchas de árvores desta espécie. Outra hipótese atribui à atividade de indígenas na região Amazônica a distribuição agrupada das castanheiras (Moritz, 1984; Zuidema, 2003). Não obstante, a abundância relativamente alta de castanheiras em áreas perturbadas (bosques secundários) sugere também que a atividade humana pode influenciar na abundância e distribuição das espécies em alguma magnitude, mas provavelmente essa influência seja pequena (Zuidema, 2003).

2.4 Germinação das Sementes

Germinação de uma semente é a reativação do crescimento do embrião, resultando na ruptura da cobertura da semente e na emergência da plântula (Copeland e Mcdonald, 1995).

A germinação começa com a embebição de água pela semente e termina com o início do crescimento do eixo embrionário, usualmente a protrusão da raiz primária (Labouriau, 1983). A água penetra através do tegumento da semente difunde-se por todos os tecidos provocando a turgescência das células, o que torna o tegumento mais permeável às trocas gasosas (O_2/CO_2) e proporciona aumento da atividade respiratória e de todos os outros eventos metabólicos necessários à retomada do crescimento do eixo embrionário (Ferreira e Borghetti, 2004). A absorção de água pela semente provoca, ainda, aumento de seu volume, forçando o rompimento do tegumento e facilitando a emergência das estruturas internas da semente, as quais não teriam força suficiente para rompê-lo (Carvalho e Nakagawa, 2000).

As informações disponíveis sobre o processo de germinação, embora relativamente volumosas, são insuficientes para caracterizá-lo perfeitamente. Representam a reunião de conhecimentos obtidos para diferentes espécies, muitas das quais com alto valor biológico, mas insignificantes do ponto de vista econômico (Marcos Filho, 2005).

Os estudos de fisiologia vegetal têm se dirigido a aspectos básicos e mais aprofundados, independentemente da importância econômica da espécie avaliada, envolvendo investigação predominantemente acadêmica, com o objetivo de angariar conhecimentos que permitam elucidar o processo em si (Marcos Filho, 2005). Portanto, sob o ponto de vista fisiológico, a germinação consiste na retomada do metabolismo e do crescimento, que estavam reduzidos ou suspensos após a maturidade, e o reinício da transcrição do genoma.

Estudos sobre métodos de propagação são importantes na exploração econômica de qualquer espécie vegetal, representando, segundo Scheffer (1992), a primeira etapa na pesquisa de plantas com potencial de cultivo.

Informações sobre o comportamento e germinação de sementes tropicais são limitadas. Certamente, o cultivo preferencial de espécies exóticas nos trópicos se deve a maior disponibilidade do conhecimento sobre germinação e armazenamento de sementes, práticas culturais de viveiro, assim como maior oferta de sementes geneticamente superiores (Vázquez-Yanes e Aréchiga, 1996; Kainer et al., 1999).

Conforme Whitmore (1990), a castanheira poderia ser enquadrada dentro do grupo ecológico como sendo uma espécie clímax. Espécies clímax normalmente apresentam sementes que se mantêm viáveis somente com altos teores de água (30 a 40%) e por curtos períodos, praticamente impossibilitando o armazenamento, devendo ser semeadas logo após sua colheita e beneficiamento (Nappo et al., 2001).

As sementes de castanheira-do-brasil têm comportamento recalcitrante (Figueiredo et al., 1980; Camargo, 1997), não suportando a secagem e perdendo a viabilidade quando o teor de água é reduzido a

determinados níveis (Roberts,1973). Plantas que produzem sementes recalcitrantes são tipicamente restritas às áreas tropicais úmidas em que o ambiente apropriado para o crescimento da muda é mais ou menos contínuo durante o ano (Kainer et al., 1999).

Um das maiores dificuldades na propagação da castanheira-do-brasil é o processo germinativo lento e desuniforme, contornado, em parte, pela remoção do tegumento lenhoso (Muller, 1981; Figueiredo et al., 1990; Camargo, 1997; Kainer et al., 1999). Kainer et al. (1998) remeteram à possibilidade de existência de dormência química (presença de inibidores) e morfológica (imaturidade do embrião). Camargo (1997) relata que a amêndoa da castanheira, no momento da maturação e dispersão não apresenta tecidos em estágio avançado de diferenciação celular, o que explica em parte o lento processo germinativo nesta espécie. Figueiredo (1990) sugere a realização de estudos fisiológicos visando a obter maior uniformização na germinação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de castanheira-do-brasil foram coletadas nos municípios de Rondolândia, Cotriguaçu, Colniza e Aripuanã, região norte do estado de Mato Grosso, em fevereiro de 2007. Após a coleta as sementes permaneceram por 65 dias em condições ambientais de viveiro na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), onde foi feita seleção descartando-se aquelas com tamanho abaixo da média de 2,5 cm e com danos provocados por fungos e depois armazenados em areia úmida por diferentes períodos, 90, 120 e 180 dias, quando foram usadas para os testes de germinação.

Foram realizados dois experimentos, em viveiro, um estudando a germinabilidade das sementes em função de seu pré-tratamento com ácido giberélico, e outro avaliando a armazenabilidade desses diásporos em areia úmida. Adicionalmente foi avaliada a germinação em substrato vermiculita e papal germiteste, sob condições controladas, usando câmara tipo BOD.

O teor de água das sementes foi determinado antes do início dos dois experimentos, com base nas prescrições das Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 1992). Para tanto, as sementes foram colocadas em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas.

3.1 Efeito do Pré-tratamento com Ácido Giberélico sobre a Germinabilidade das Sementes

O experimento foi realizado no Viveiro da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso (FAMEV/UFMT). As sementes foram coletadas em fevereiro de 2007, na Terra Indígena Zoró, no município de Rondolândia-MT, entre as latitudes W $61^{\circ} 10' 00''$ e W $60^{\circ} 28' 00''$ e longitude S $10^{\circ} 58' 00''$ e S $10^{\circ} 10' 00''$, entre a margem direita do Rio Branco e a margem esquerda do Rio Roosevelt.

As sementes após permanecerem por 65 dias em condições ambientais de viveiro foram colocadas em vasos plásticos com água, retirando-se as chochas, em seguida deixadas imersas em água corrente

por um período de 12 horas para facilitar a remoção do tegumento, e depois mantidas à sombra sobre papel toalha para eliminação do excesso de água (Müller, 1981). Após esse período, foram submetidas à lixamento na região de estrias (quinas) do tegumento, com o uso de esmeril elétrico, objetivando diminuir a resistência física existente, extraíndo-se posteriormente as amêndoas com a ajuda de canivete. Amêndoas que apresentavam sinais de danos mecânicos foram retiradas dos lotes.

As amêndoas foram então imersas por 48 horas em solução de ácido giberélico, nas concentrações de 0, 200, 400, 600 e 800 ppm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizado, com 5 tratamentos e 6 repetições, e a unidade experimental composta por caixas de 30,5 x 22 x 9,5 cm, com capacidade para 7,5 litros, preenchidas com 6 kg de substrato de areia lavada, semeadas com 25 amêndoas, na profundidade de 3,5 cm. A areia foi umedecida inicialmente para atingir 60% de sua capacidade de retenção, e depois reumedecida, sempre que necessário, procurando-se manter esse nível de umidade.

As caixas permaneceram por 24 horas em ambiente de laboratório 26 a 27°C e 40 a 50% de umidade relativa e depois foram transferidas para viveiro da FAMEV com temperatura variando de 27 a 33°C e 60 a 70% umidade relativa até o final do experimento, 250 dias após a semeadura, quando foi avaliada a porcentagem de plântulas só com raiz (Ra); a porcentagem de plântula completa (Ra e Ep); a porcentagem de plântulas com raiz ou com epicótilo (Ra e/ou Ep); a porcentagem de sementes não germinadas (SNG) e a porcentagem de sementes deterioradas (SD), que morreram durante o teste.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

3.2 Armazenabilidade das Sementes em Areia Úmida

Neste experimento foram utilizadas sementes de castanheira-do-brasil, coletadas em fevereiro de 2007, de três áreas indígenas: Terra Indígena Arara do Rio Branco, Terra Indígena Zoró e Terra Indígena

Escondido. Para efeito experimental, cada procedência foi considerada como um lote, sendo 1, 2 e 3, respectivamente. Os procedimentos para obtenção das sementes foram as mesmas descritas para o experimento anterior. A Terra Indígena Arara do Rio Branco fica localizada no extremo norte do estado de Mato Grosso, a esquerda da bacia do rio Aripuanã, entre os municípios de Colniza e Aripuanã. A Terra Indígena Escondido fica localizada no município de Cotriguaçu, na margem esquerda do baixo Juruena, entre paralelos 9º e 10º latitude sul.

O ambiente de armazenamento foi composto por caixas de fibra de vidro, com dimensões de 100 x 100 x 40 cm, preenchidas com areia lavada, umedecida com água na quantidade suficiente para atingir 60% da capacidade de retenção. O reumedecimento era realizado sempre que necessário, procurando-se repor a quantidade perdida.

Durante todo o período as caixas permaneceram no viveiro da FAMEV, protegidas da chuva por cobertura plástica colocada a 2 m de altura.

As sementes foram previamente tratadas com os fungicidas Vitavax + Thiram na proporção de 1:10, depois colocadas dentro de sacos com dimensões de 60 x 60 cm, confeccionadas em tela de sombrite, contendo cerca de 80 sementes cada (750 g), entremeadas com areia, e depositadas dentro das caixas, já com 20 cm do substrato, cada saco de sementes foi devidamente identificado. Em seguida preencheu-se as caixas até a borda superior, ficando sobre as sementes uma camada de 20 cm de areia. Foi utilizada uma caixa para cada lote, e a inumação das sementes ocorreu em 13 de março de 2007.

Os tratamentos consistiram de diferentes períodos de armazenamento das sementes em areia úmida, 180 dias, seguidos por períodos complementares em ambiente de germinação, totalizando 250 dias (Tabela 1).

TABELA 1. Períodos de armazenamento em areia úmida e períodos em ambiente de germinação.

Tratamento	Nº de dias de armazenamento em areia úmida	Nº de dias no teste de germinação
0/250 ¹	0	250
90/160	90	160
120/130	120	130
180/70	180	70

¹ Dados do ensaio de ácido giberélico.

Depois de cada período de armazenamento, as sementes eram retiradas e colocadas em baldes com água, descartando-se as que flutuavam (chochas) e depois secas à sombra (Müller, 1981). Em seguida eram submetidas ao processo de lixamento na região das estrias do tegumento (quinas), com o uso de esmeril elétrico, e posteriormente removendo a amêndoa com a ajuda de canivete. Amêndoas danificadas durante a extração eram descartadas.

A unidade experimental foi composta por caixas plásticas com dimensões de 30 x 20 x 9 cm. As amêndoas foram depositadas nas caixas a uma profundidade de 3 cm, posteriormente preenchidas com areia lavada até a borda superior e umedecida com água na quantidade suficiente para atingir 60% da capacidade de retenção, sendo reumedecidas sempre que necessário para reposição da quantidade perdida. Semeou-se 20 amêndoas por caixa, que foram mantidas em viveiro coberto com sombrite 60%, temperatura oscilando entre 27,6°C e 33,0°C e umidade relativa do ar média de 60%. O teste de germinação foi realizado com e sem pré-tratamento das amêndoas com GA₃ (600 ppm), configurando-se em fatorial 4 x 2.

As variáveis avaliadas foram: a porcentagem de plântulas só com raiz (Ra); a porcentagem de plântula completa (Ra e Ep); a porcentagem de plântulas com raiz ou com epicótilo (Ra e/ou E p); a porcentagem de

sementes não germinadas (SNG) e a porcentagem de sementes deterioradas (SD).

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado, e as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

3.2.1 Avaliação da Germinação em Condições Controladas

Estudo adicional foi realizado com o objetivo de avaliar a germinação das sementes de castanheira-do-brasil em câmara tipo BOD, com temperatura de 30°C, substrato vermiculita e papel germiteste, esse na forma de rolo. Utilizou-se sementes dos três lotes, após 180 dias de armazenamento na areia úmida.

A unidade experimental foi composta por 10 amêndoas, semeadas em caixas plásticas com dimensões de 16 x 13 x 6 cm, preenchidas com vermiculita, ou em rolo de papel germiteste colocado dentro de sacos plásticos. A vermiculita foi umedecida na proporção de 90 mL de água para cada 30 g (Dignart,1998), e o papel germiteste com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa.

Após 28 dias foram avaliadas a porcentagem de plântulas só com raiz (Ra), a porcentagem de plântulas só com epicótilo (Ep), a porcentagem de sementes não germinadas (SNG) e a porcentagem de sementes deterioradas (SD).

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado, configurando-se em fatorial 3 x 3 x 2, e as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito do Pré-tratamento com Ácido Giberélico sobre a Germinabilidade das Sementes

As sementes apresentam teor de água de 14% antes do armazenamento em areia úmida, considerado limite mínimo para a manutenção de vitalidade em castanheira-do-brasil (Figueiredo et al., 1990). No entanto, quando do uso para esse ensaio, após 90 dias de armazenamento, os teores de água variaram de 23 a 27%, bem acima do nível considerado limite. Os dados médios das variáveis avaliadas são apresentadas nas Figuras 4 e 5.

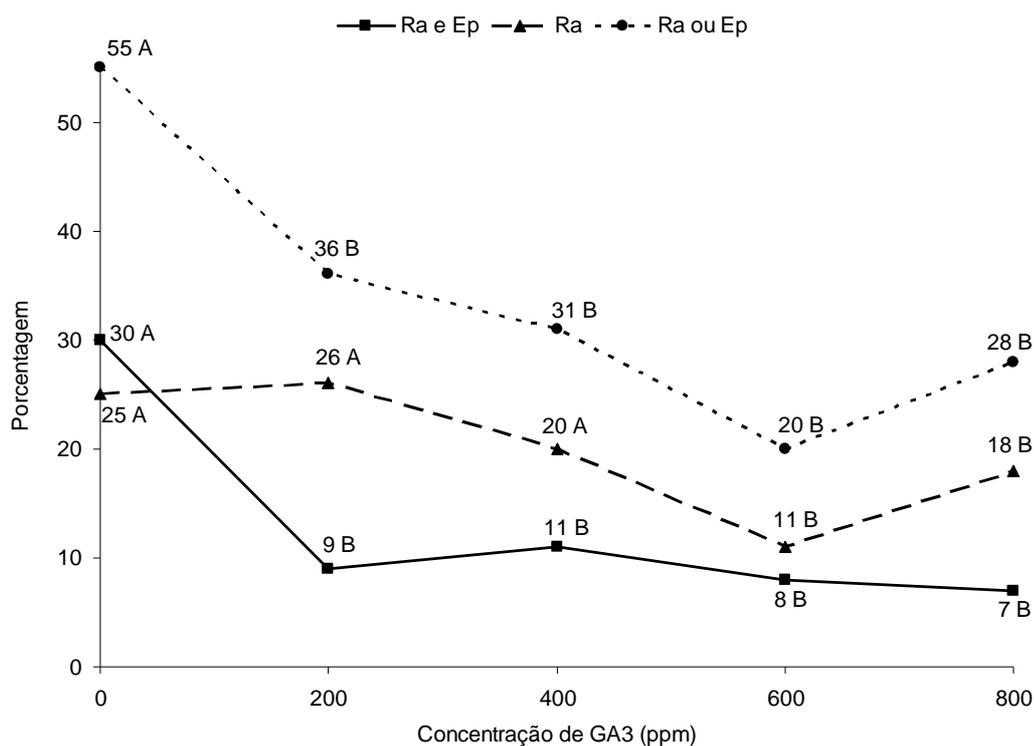


FIGURA 4. Resultados do teste de germinação de sementes de castanheira-do-brasil, após 250 dias, em função do pré-tratamento das amêndoas com ácido giberélico (GA_3). Dentro de cada variável dependente, letras iguais indicam a não existência de diferença significativa (Scott & Knott, $p > 0,05$). Plântulas completas (Ra e Ep); plântulas só com raiz (Ra); plântulas com raiz ou com epicótilo (Ra e/ou Ep).

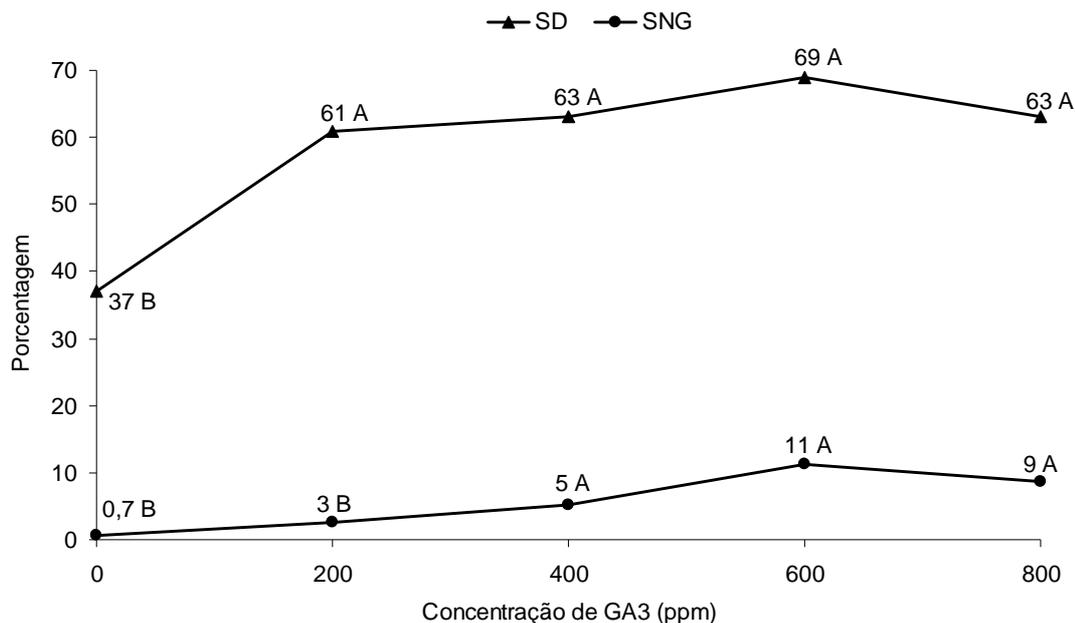


FIGURA 5. Resultados do teste de germinação de sementes de castanheira-do-brasil, após 250 dias, em função do pré-tratamento das amêndoas com ácido giberélico (GA_3). Dentro de cada variável dependente, letras iguais indicam a não existência de diferença significativa (Scott & Knott, $p > 0,05$). Sementes não germinadas (SNG) e sementes deterioradas (SD).

Os resultados da análise de variância (Apêndice A) permitem verificar que houve diferença entre os tratamentos para todas as variáveis dependentes avaliadas: porcentagem de plântulas completas (Ra e Ep); porcentagem de plântulas só com raiz (Ra) e porcentagem de plântulas com raiz ou com epicótilo (Ra e/ou Ep); porcentagem de sementes não germinadas (SNG) e porcentagem de sementes deterioradas (SD).

No tratamento sem uso de GA_3 , ao final de 250 dias de teste, a porcentagem de plântulas completas foi de 30% (Ra e Ep), superior a todas aquelas que receberam essa substância, cujos valores obtidos ficaram entre 7 e 11%. Da mesma forma, quando se avaliou o total de sementes que formaram raiz ou epicótilo, verificou-se a superioridade do tratamento sem GA_3 , confirmando o efeito negativo desse biorregulador no processo germinativo de sementes de castanheira-do-brasil.

Como consequência, a porcentagem de sementes deterioradas durante o teste foi maior também nos tratamentos em que elas foram

tratadas com GA₃. A porcentagem de sementes que formou só raiz foi a variável menos prejudicada pelo regulador vegetal, cujos efeitos deletérios, não formação de radícula, só se manifestaram nas duas maiores dose avaliada (600 e 800 ppm).

Considerando-se como germinadas as sementes com protrusão de raiz, do epicótilo, ou dessas duas estruturas, verificou-se que a porcentagem de germinação na testemunha atingiu 55%. Esse valor foi inferior ao obtido por Camargo (1997), que conseguiu próximo de 83% de germinação aos 90 dias de teste, sob condições de casa de vegetação. Por outro lado, foi semelhante os 58,4% obtidos por Figueiredo (1994), que utilizou sementes com cerca de 18% de teor de água.

Dada a viabilidade inerente às espécies nativas, e o longo período em que as sementes permanecem no ambiente de germinação, sem controle de temperatura, cujas máximas atingiram 39,6°C, os resultados obtidos na presente pesquisa podem ser considerados dentro do padrão esperado para a espécie.

As giberelinas são hormônios vegetais com várias funções no crescimento e desenvolvimento, e algumas delas têm ação no processo germinativo de sementes. Essas substâncias possuem papel importante na superação da dormência causada por diversas formas como: embrião imaturo, tegumento duro e presença de inibidores (Ferronato, 1999).

O efeito estimulatório das giberelinas na superação da dormência de sementes é relatado por muitos pesquisadores. Efeitos benéficos na porcentagem de germinação de *Panicum maximum* Jacq., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. e *Brachiaria brizantha* (cv Marandu), foram observados por Vieira et al., (1998). Ferronato (1999), estudando a germinação de sementes de *Cybistax antisiphilitica* M., observou que o ácido giberélico foi capaz de elevar o total de germinação, bem como promover a aceleração desse processo na concentração de 15 ppm.

No entanto, as giberelinas nem sempre favorecem a germinação, e em alguns casos, podem ter efeito negativo sobre esse processo. Como exemplo, em sementes de *Onopordum nervosum* Boiss. (Asteraceae), que

apresenta dormência fisiológica (Perez-Garcia e Duran, 1990), e de *Echinacea angustifolia* DC (Macchia et al., 2001) não foram favorecidas no processo de germinação por esses biorreguladores, os quais também interferiram negativamente em *Acer platanooides subsp. platanooides* e *Fraxinus excelsior* L. (Sczotka e Lewandowska, 1989).

A porcentagem de sementes deterioradas durante os 250 dias de teste foi maior naquelas pré-embecidas com ácido giberélico, conseqüência da menor germinabilidade nesses tratamentos. Não houve diferença ente as doses de GA₃, e na média ocorreu 64% de sementes deterioradas nesses tratamentos.

A deterioração de sementes tem sido considerada uma importante manifestação de deficiência de processos metabólicos durante a germinação, incluindo problemas na atividade respiratória, funcionalidade das membranas, síntese de proteínas e ácidos nucléicos e metabolismo do DNA, entre outros (Cruz-Garcia et al., 1995). Essas alterações bioquímicas acarretam aumentos da proporção de plântulas com anormalidades morfológicas, na liberação de solutos e na sensibilidade das sementes a microrganismos patogênicos (Cruz-Garcia et al., 1995).

Sob o ponto de vista biológico, a presença de microrganismos é acentuada com a evolução da deterioração e essa ocorrência também depende das condições do ambiente. Sabe-se que a deterioração pode ser mais intensa em algumas sementes, dificultando, portanto, a identificação das causas e efeitos do processo. Em sementes dicotiledôneas, como soja e amendoim, os pontos de crescimento embrionário são os mais sensíveis à deterioração. Comprovando esse fato, têm sido documentados níveis elevados de radicais livres no eixo embrionário e mais baixo nos cotilédones, demonstrando que esse processo geralmente tem início em áreas meristemáticas, e que a extremidade da radícula pode ser a parte da semente mais propensa à degradação (Marcos Filho, 2005).

As sementes de castanheira-do-brasil apresentam características que favorecem a deterioração, uma vez que sua amêndoa é composta principalmente por tecidos parenquimáticos delimitados por um anel de

tecido meristemático, a partir do qual é formado o epicótilo e a raiz primária (Camargo, 1997), além de seu alto teor de óleo. Assim, sementes que por qualquer motivo, tenham seu processo de germinação retardado, aumentam a probabilidade de perderem a vitalidade por deterioração.

4.2 Armazenabilidade das Sementes em Areia Úmida

No Apêndice B encontram-se os resultados da análise de variância pelo teste F e coeficiente de variação das variáveis dependentes. Verifica-se que o uso de GA₃ teve efeito sobre todas as características avaliadas ao final do teste de germinação, e que os períodos de armazenamento influenciaram na porcentagem de plântulas completas e na porcentagem de plântulas só com raiz. A interação entre esses dois fatores ocorreu apenas para a porcentagem de plântulas só com raiz; em razão da pouca contribuição desse desdobramento para o entendimento do fenômeno em estudo, essa variável foi estudada somente quanto os efeitos principais.

Os dados médios das variáveis avaliadas encontram-se na Figura 6.

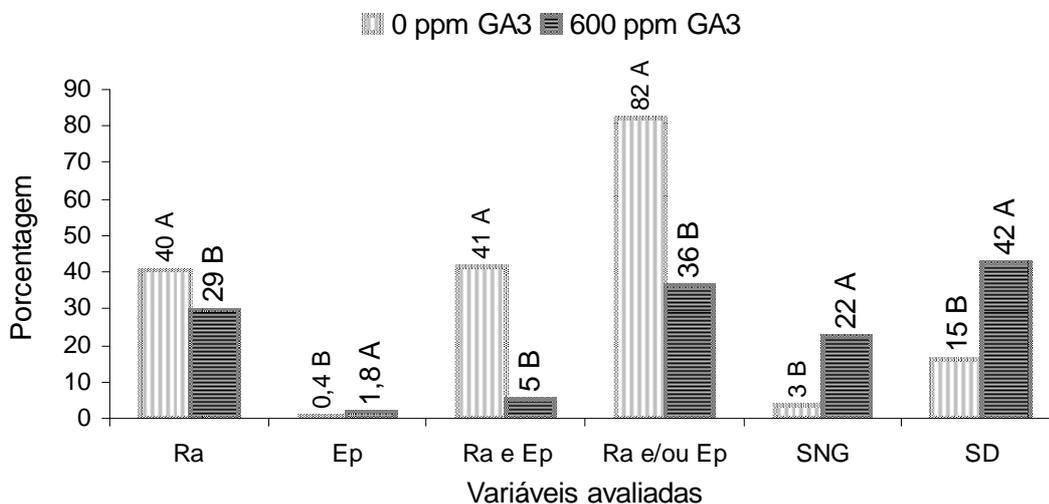


FIGURA 6. Resultados médios das características avaliadas ao final do teste de germinação em sementes de castanheira-do-brasil (média de todas as épocas de armazenamento, 180 dias), em função do tratamento das amêndoas. Houve diferença significativa entre as duas médias para todas as variáveis (F a 5%). Ra-raiz; Ep-epicótilo; Ra e Ep-Raiz e epicótilo; Ra e/ou Ep-com raiz e/ou com epicótilo; SNG-sementes não germinadas e SD-sementes deterioradas.

Deve-se salientar que os valores das variáveis Ra e/ou Ep, SD e SNG somados representam o total de cem por cento, desde que as variáveis Ra, Ep, Ra e Ep encontram-se incluídas naquelas variáveis.

Confirmando resultados do experimento anterior, relatados no item 4.1, a embebição com GA₃ prejudicou o processo de germinação das sementes de castanheira-do-brasil. No presente estudo, a germinabilidade, expressa como a soma de todas as formas de plântulas, foi reduzida em 46% com o uso de GA₃, valor muito próximo da observada na pesquisa anterior, que foi de 35% para a dose de 600 ppm. De forma equivalente, a redução da porcentagem de plântulas completas foi de 36% nesse experimento e 22% no anterior. Reforçando a coerência dos resultados dessas duas pesquisas, verificou-se também nesse ensaio que, a porcentagem de plântulas que formaram só raiz foi a característica menos sensível à ação do GA₃, e a porcentagem de sementes não germinadas e deterioradas aumenta com o uso desse regulador vegetal.

Os resultados referentes às características avaliadas após 250 dias de experimento, divididas em diferentes proporções relativas a dias de armazenamento no teste de germinação, são apresentados na Figura 7.

O armazenamento em areia úmida foi eficiente na manutenção da vitalidade das sementes de castanheira-do-brasil, uma vez que a germinabilidade final foi semelhante nos três períodos avaliados. Como os tratamentos se tratavam de diferentes proporções entre números de dias no armazenamento e números de dias no teste de germinação, essa semelhança remete à possibilidade que, tanto o ambiente de armazenamento, quanto o de germinação, fornece as condições para que as sementes de castanheira-do-brasil evoluam nos dois processos necessários: diferenciação e, posteriormente, crescimento do eixo embrionário, culminando com a protrusão da raiz ou do epicótilo.

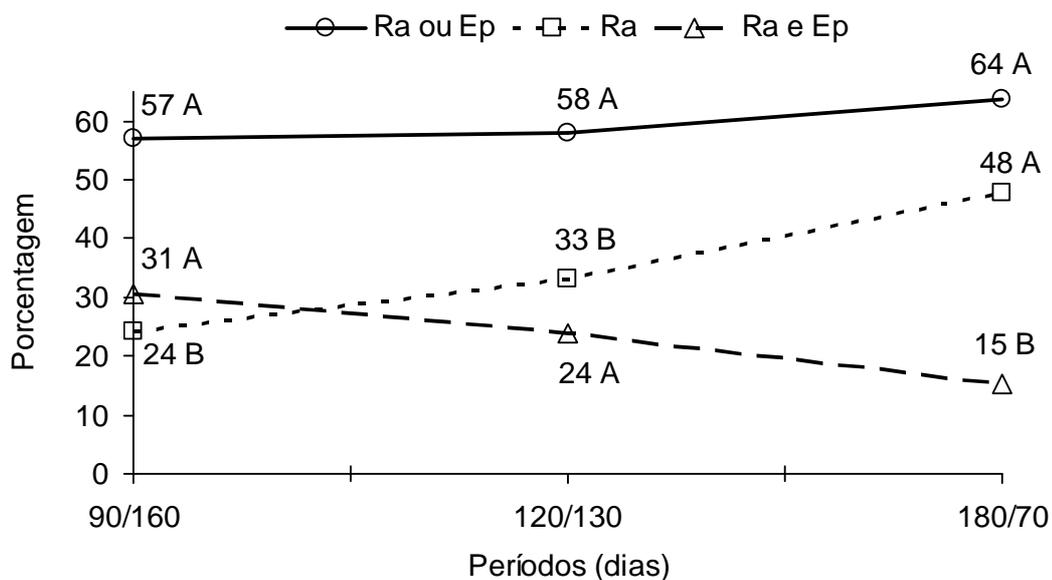


FIGURA 7. Resultados do teste de germinação em sementes de castanheira-do-brasil, após 90, 120 e 180 dias de armazenamento em areia Úmida, complementados com 160, 130 e 70 dias no teste de germinação, respectivamente. Para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Scott & Knott, 5%).

Reforça essa hipótese o fato de que várias sementes completaram o processo de germinação ainda durante o armazenamento, e também os resultados do primeiro experimento, em que sementes não armazenadas tiveram resultados similares de germinabilidade após 250 dias no teste de germinação.

Não obstante a similaridade na característica germinabilidade para os três tratamentos, houve mudanças nos componentes dessa variável na medida em que se prolongou o período de armazenamento, ocorrendo redução na porcentagem de plântulas completas e aumento na porcentagem daquelas que só produziram raiz (Figura 7). Esse fato foi mais evidente no maior período de armazenamento, que foi de 180 dias, duas hipóteses explicativas podem ser levantadas. Primeiro, embora tanto no armazenamento, quanto no teste de germinação, as sementes permaneceram inumadas em areia úmida, o tamanho das caixas e a altura da camada de areia sobre as sementes eram diferentes, constituindo-se,

portanto, em ambientes distintos. No ambiente de armazenamento ocorreu menos oscilação no teor de água e na temperatura, além dessa ter, em média, 3,5°C a menos. Temperaturas obtidas no interior da massa de areia úmida, na profundidade média de colocação das sementes, atingiram valores de 24,1°C no ambiente de armazenamento e 26,0°C no ambiente de germinação. Assim, os processos de diferenciação e crescimento do eixo embrionário, embora pudessem ocorrer nos dois ambientes, o faziam em velocidades distintas.

A outra hipótese está relacionada à metodologia da pesquisa. Conforme relato anterior, parte das sementes germinaram durante o armazenamento, e essas foram excluídas da amostra destinada ao teste de germinação. Assim, esses indivíduos que estavam em fase mais adiantada no processo de diferenciação do eixo embrionário foram sendo excluídos dos lotes, em maior proporção quanto maior foi o período de armazenamento. A porcentagem de sementes germinadas durante o armazenamento é apresentada na Tabela 2.

TABELA 2. Porcentagem de sementes germinadas durante o armazenamento em areia úmida.

Período de armazenamento em areia úmida	Porcentagem de sementes germinadas		
	Lote 1	Lote 2	Lote 3
90 dias	0,0	0,0	0,0
120 dias	20,8	0,0	0,0
180 dias	23,3	12,8	1,65

O número de sementes não germinadas, e de sementes que morreram durante o teste de germinação, não se alterou em função dos tratamentos (Figura 8) constituindo-se em mais uma evidência da eficiência do armazenamento em areia úmida para conservação de sementes de castanheira-do-brasil.

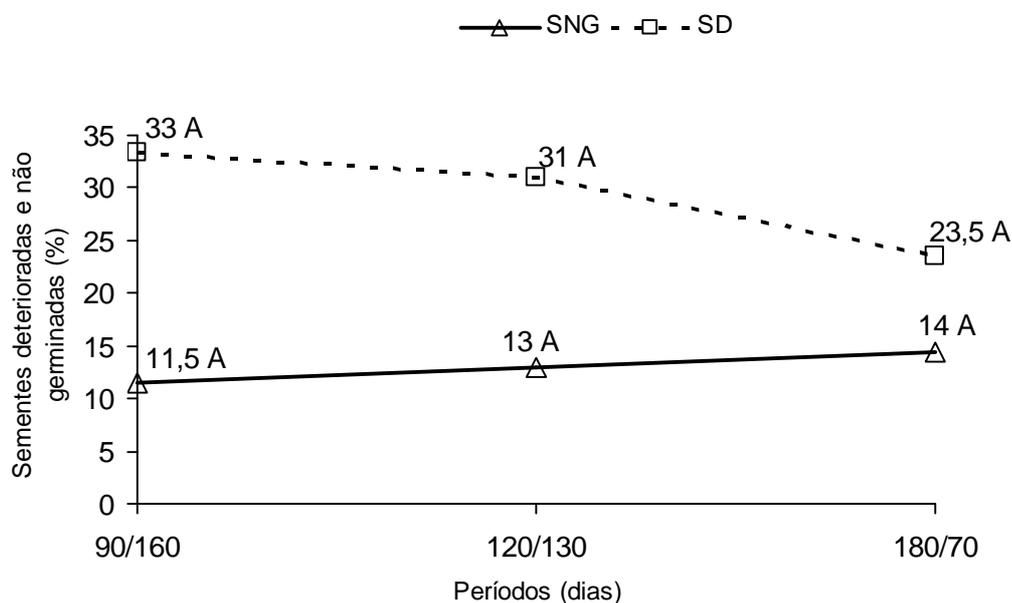


FIGURA 8. Resultados do teste de germinação em sementes de castanheira-do-brasil, após 90, 120 e 180 dias de armazenamento em areia úmida, complementados com 160, 130 e 70 dias no teste de germinação, respectivamente. Para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Scott & Knott, 5%).

A técnica de armazenamento de sementes de castanheira-do-brasil em areia úmida é prática recomendada (Kainer, 1998), não obstante reporta-se como sendo muito longo o período de germinação para essa espécie (Müller et al., 1980; Figueiredo et al. 1990). O trabalho de Camargo (1997), informando sobre a necessidade de a semente completar sua formação antes de germinar, complementado com os resultados da presente pesquisa, corrobora e complementa as informações anteriores, conquanto o armazenamento em areia úmida, mais que conservar as sementes, possibilita a continuidade do seu processo de formação, e que grande parte do longo período atribuído ao processo de germinação trata-se, de fato, da fase final de formação da semente.

4.2.1 Avaliação da Germinação em Condições Controladas

Neste experimento foram utilizadas sementes acondicionadas em areia úmida por 180 dias, período em que, provavelmente, já teriam completado seu processo de formação.

O único fator que apresentou resultados significativos na análise de variância pelo teste F (Apêndice C) foi doses de GA₃, portanto os dados apresentados são médias de lotes e de substrato.

Neste experimento foi observado protrusão de raiz primária aos 7 dias após a semeadura. Após 28 dias, a germinabilidade, expressa como porcentagem de plântulas com raiz primária e/ou com epicótilo, foi de 98,0% no tratamento testemunha e 62,5% naqueles pré-tratados com 600 ppm de GA₃. Esse valor elevado de germinabilidade assegura que o lote de semente utilizado tinha alta porcentagem de indivíduos com vitalidade, referendando os resultados das pesquisas anteriores. Também, indica que temperaturas constantes de 30°C podem favorecer a velocidade do processo de germinação.

Nesse experimento foi observado protrusão de raiz primária aos 7 dias após a semeadura, chegando-se aos 28 dias com valores médios de 69,7 e 55,0% de germinabilidade para as doses de 0 ppm e 600 ppm de GA₃, respectivamente, sem diferença estatística entre elas (Figura 9). Esses valores são semelhantes aos verificados nos experimentos anteriores, mas foram obtidos com menos tempo de incubação. O controle da temperatura, mantida a 30°C, foi o fator de maior distinção entre os ensaios.

Os resultados apresentados na Figura 9 para a variável porcentagem de sementes não germinadas e porcentagem de sementes deterioradas, ao final do teste de germinação, nos mostram que houve aumento progressivo, com as doses de GA₃, apesar de que estatisticamente não houve diferença. Esse resultado está em conformidade com os resultados dos dois experimentos anteriores. Isto reforça novamente a ação negativa do ácido giberélico sobre a germinação das sementes de castanheira-do-brasil, mesmo numa condição mais avançada de formação, como provavelmente encontravam-se nessa pesquisa.

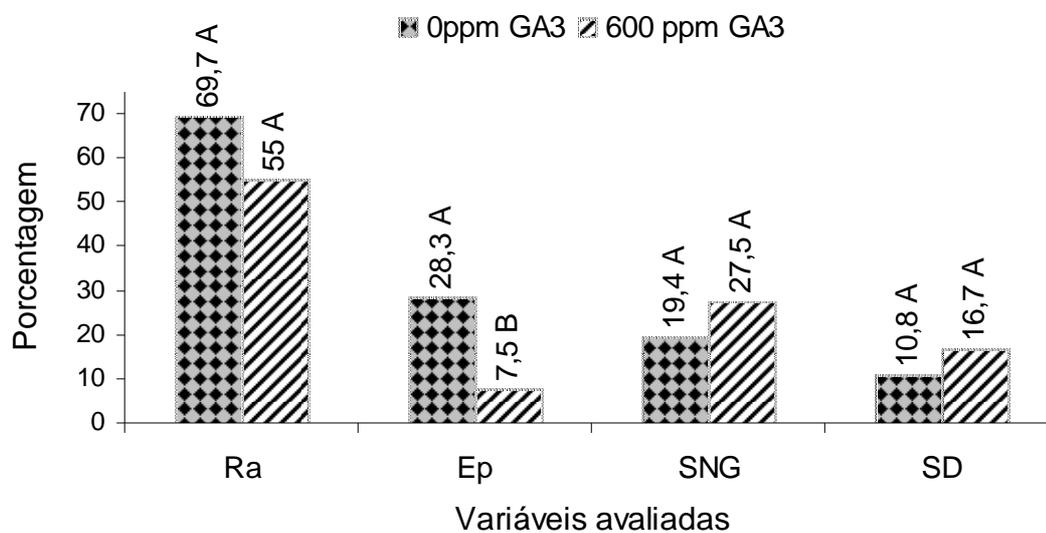


FIGURA 9. Resultados do teste de germinação de sementes de castanheira-do-brasil, a 30°C aos 28 dias após a semeadura. Para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Scott & Knott, 5%).

5. CONCLUSÕES

O armazenamento em areia úmida mantém a vitalidade das sementes de castanheira-do-brasil, fornece condições para que os órgãos imaturos na dispersão completem seu processo de formação e, dependendo do tempo de permanência naquele ambiente, atinjam a fase final da germinação (emissão de raiz ou epicótilo).

O tratamento das amêndoas com ácido giberélico (pré-embebição por 48 horas) prejudica o processo germinativo, reduzindo a formação de plântulas e acentuando as perdas de sementes por deterioração.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FIBGE. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL**. Rio de Janeiro: 1986/1994. v. 46-53.

ARAÚJO, A. P.; JORDY FILHO, S.; FONSECA, W. N. A vegetação da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1, Belém, 1984. **Anais...** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. v. 2, p. 135-268.

ALESSEIO, N. L. N. Projeto Castanha: desenvolvimento sustentável com geração de renda, os castanheiros do sul do estado do Amapá. In: CAMAROTTI, I.; SPINK, P. (Orgs.). **Redução da pobreza e dinâmicas locais**. Rio de Janeiro: FGV, 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 1992. 365p.

CAMARGO, I. P. **Estudos sobre propagação da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl.)**. 1997. 126p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1997.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of Seed Science and Technology**. New York, Chapman & Hall. 3ª ed. 409p., 1995.

CARVALHO, R. de A.; FERREIRA, C. A. P.; HOMA, A. K. O. **Fontes de crescimento das exportações de castanheira-do-brasil (1970-1988)**. Belém: EMBAPA-CPATU, 1994. 27p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 76).

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. P. 129-164.

CARDARELLI, H. R.; OLIVEIRA, A. J. Conservação do leite de castanha-do-pará. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 4, p. 617-622, Dez. 2000.

CRUZ-GARCIA, F.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V. A.; MOLINA-MORENO, J.; VÁZQUEZ-RAMOS, J. **Seed Science and Technology**, v. 23, n. 2, p. 477-486, 1995.

DIGNART, S. **Análises de sementes de jatobá do cerrado *Hymenaea stigonocarpa* (Hayne) Mart. e Babatimão *Stryphodendron adstringens* (Mart.) Cov.** 1998. 58p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, 1998.

DINIZ, T. D.; BASTOS, T. X. Contribuição ao conhecimento do clima típico da Castanha-do-Brasil. **Boletim técnico do IPEAN**, Belém, n. 64, p.59-71, 1974.

- FIGUEIREDO, F. J. C.; CARVALHO, J. E. U.; FRAZÃO, D. A. C. **Nível crítico de umidade e seus efeitos sobre a emergência de plântulas de castanha-do-brasil**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 17p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de pesquisa 113).
- FIGUEIREDO, F. J. C.; CARVALHO, J. E. U. **Avaliação de características recalitrantes de sementes de castanheira-so-brasil**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1994. 17p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de pesquisa 154).
- FIGUEIREDO, F. J. C.; MÜLLER, C. H. MÜLLER, A. A.; FRAZÃO, D. A. C.; PEREIRA, L. A. F. **Tratamentos físicos na germinação de sementes de castanha-do-brasil**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 17p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de pesquisa 12).
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.
- FERRONATO, A. **Análise de sementes de *Bowdichia virgilionides* H.B.K (Sucupira preta) e *Cybistax antisiphilitica* M (Pé-de-anta)**. 1999. 80p. Dissertação (Mestrado em (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, 1999.
- KAINER, K. A.; DURYEY, M. L.; MALAVASI, M. M.; et al. Moist storage of brazil nut seeds for improved germination and nurse management. **Forest Ecology and Management**, 116, p.207-217, 1998.
- KAINER, K. A.; DURYEY, M. L.; MALAVASI, M. M.; et al. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) seed characteristics, preimbibition and germination. **Seed Scientia Technology**, p.731-745. 1999.
- LABOURIAU, L. G; **A germinação das sementes**. Washington, D. C.: Secretaria Geral da Organização dos Estados da América, 1983. 174p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MÜLLER, C. H.; RODRIGUES, I. A.; MÜLLER, A. A. et al. **Castanheira-do-brasil**. Resultados de pesquisa. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 25p. (Miscelânea nº 2).
- MÜLLER, C. H. **Estudos agrônômicos: Castanha-do-brasil** EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. Documento 1, Belém, Pará, Brasil. 1981.
- MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e frutificação da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 82p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 29).

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. **Lecitidáceas: a família da castanha-do-pará**. Ilhéus: CEPLAC, 1983. 35p. (CEPLAC. Boletim técnico, 116).

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. **Flora Neotropica. Lecythidaceae-Part II**. Nova York, New York Botanical Garden. 1990. 125p. (Monograph 21, II).

MANIERI, C.; PERES, J. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2ª ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 420p.

MACCHIA, M.; ANGELINI, L.G.; CECCARINI, L. Methods to overcome seed dormancy in *Enchinacea angustifolia* DC. **Scientia Horticulture**, St. Louis, v. 89, n.4, p. 317-324, 2001.

NAPPO, M. E.; GOMES, L. J.; CHAVES, M. M. F. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário**, n. 30, p.5-31, UFPA, Lavras, 2001.

ORTIZ, E. Survival in a nutshell. **Americas**. n. 47, p. 7-12. 1995.

ORTIZ, E. G. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). In: SHANLEY, P.; PIERCE, A. R.; LAIRD, S. A. GUILLEN, A. (Eds.) Tapping the green market: certification & management of non-timber **Forest Products**. Earthsean Publications Ltd. London. p. 61-74. 2002.

PEREZ-GARCIA, F.; DURÁN, J. M. The effect of gibberellic acid on germination of *Onopordum nervosum* Boiss. Seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 18, p.83-88, 1990.

PACHECO, A. M. **Ocorrência de aflatoxina (B1, B2, G1, G2) em castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) proveniente de municípios do estado do Amazonas na safra de 2002**. 2003. 65 p, Dissertação (mestrado).

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 3, p. 499-514, 1973.

SOUZA, I. F de. **Cadeia produtiva de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) no estado de Mato Grosso**. 2006. 141 p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Economia e Administração, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande-MS, 2006.

SILVA, F. A.; JUNIOR, A. M. Atividade de água em amêndoas de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) secas por microondas e convencionalmente. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**, local v. 5, n.1, p.23-32. 2003.

SCHEFFER, M. C. Roteiro para estudos de aspectos agronômicos das plantas medicinais selecionadas pela fitoterapia do SUS-PR/CEMEPR. **Sob Informa**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 29-31, 1992.

SZCZOTKA Z.; LEWANDOWSKA, U. Polyamines in dormancy breaking of tree seeds. **Annals of Forest Science**. n. 46 (supplement), Kornik, Poland, p 95-97. 1989.

WHITMORE, T. C. **An introduction to tropical rain forest**. Nova York: Oxford University Press, 1990. 226p.

VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; SOUZA, V. F. DE. **Crescimento de castanha-do-brasil em dois sistemas de cultivo**. Porto Velho:EMBRAPA – CPAF Rondônia, 1998. p.12 (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Boletim de Pesquisa, 22).

VÁZQUEZ-YANES, C.; ARÉCHIGA, M. R. Ex situ conservation of tropical rain forest seed: problems and perspectives. **Interciencia**, v.21, p. 293-298. 1996.

ZUIDEMA, P. A. **Ecología y manejo del árbol de castaña (*Bertholletia excelsa*)** PROMAB Serie Científica, n 6. Departamento de Ecología de Plantas, Universidad de Utrecht, Países Bajos. Febrero 2003.

APÉNDICE

APÊNDICE A. Resultados do teste de F na análise de variância para o experimento - Porcentagem de plântula completa (Ra e Ep), porcentagem de plântulas só com raiz (Ra), porcentagem de plântulas só com epicótilo (Ep), porcentagem de plântulas com raiz e/ou epicótilo (Ra e/ou Ep), porcentagem de sementes não germinadas (SNG) e porcentagem de sementes deterioradas (SD). UFMT, Cuiabá-MT, 2008.

FV	GL	Ra	Ep	Ra e Ep	Ra ou Ep	SNG	SD
Doses de GA ₃	4	*	ns	**	**	**	**
Bloco	5						
Resíduo	20						
Total	29						
C.V. (%)		22,0	38,9	37,0	19,0	41,9	15,1

As variáveis foram transformadas em raiz quadrada de (x+1).

ns = não significativo a 5%.

* = significativo a 5%.

** = significativo a 1%.

APÊNDICE B. Resultados do teste de F na análise de variância para o experimento - Porcentagem de plântula completa (Ra e Ep); porcentagem de plântulas só com raiz (Ra); porcentagem de plântulas só com epicótilo (Ep); porcentagem de plântulas com raiz ou epicótilo (Ra e/ou Ep); porcentagem de sementes não germinadas (SNG) e porcentagem de sementes deterioradas (SD). UFMT, Cuiabá-MT, 2008.

FV	GL	Ra	Ep	Ra e Ep	Ra ou Ep	SNG	SD
Doses de GA ₃	1	**	**	**	**	**	**
Períodos	2	**	ns	**	ns	ns	ns
Doses x Períodos	2	**	ns	ns	ns	ns	Ns
Resíduo	66						
Total	71						
C.V. (%)		26,2	49,6	30,9	19,0	48,6	41,6

As variáveis foram transformadas em raiz quadrada de (x+1).

ns = não significativo a 5%.

* = significativo a 5%.

** = significativo a 1%.

APÊNDICE C. Resultados do teste de F na análise de variância para experimento - Porcentagem de plântula completa (Ra e Ep); porcentagem de plântulas só com raiz (Ra); porcentagem de plântulas só com epicótilo (Ep); porcentagem de plântulas com raiz ou epicótilo (Ra e/ou Ep); porcentagem de sementes não germinadas (SNG) e porcentagem de sementes deterioradas (SD). UFMT, Cuiabá-MT, 2008.

FV	GL	Ra	Ep	SD	SNG
Substrato	1	ns	ns	ns	ns
Doses de GA ₃	1	ns	**	*	*
Doses x Subst.	1	ns	*	*	ns
Resíduo	44				
Total	47				
C.V. (%)		9,9	36,1	27,0	45,1

As variáveis foram transformadas em raiz quadrada de (x+1).

ns = não significativo a 5%.

* = significativo a 5%.

** = significativo a 1%.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)