



**Embrapa**

Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ANA PAULA RIBEIRO MEDEIROS

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO NA  
GERMINAÇÃO, FORMAÇÃO DE MUDAS E RENDIMENTO DO ÓLEO DE *Carapa*  
*guianensis* AUBL. (MELIACEAE)

BELÉM  
2016



**Embrapa**

Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ANA PAULA RIBEIRO MEDEIROS

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO NA  
GERMINAÇÃO, FORMAÇÃO DE MUDAS E RENDIMENTO DO ÓLEO DE *Carapa*  
*guianensis* AUBL. (MELIACEAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais (MSc).

**Orientador:** Prof. Dr. Osmar Alves Lameira

BELÉM  
2016



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

ANA PAULA RIBEIRO MEDEIROS

**INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO NA  
GERMINAÇÃO, FORMAÇÃO DE MUDAS E RENDIMENTO DO ÓLEO DE *Carapa  
guianensis* AUBL. (MELIACEAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, área de concentração Sistemas Agróflorestais, para a obtenção do título de Mestre.  
Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Osmar Alves Lameira

Aprovada em 04 fevereiro de 2016

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Osmar Alves Lameira- Orientador  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

---

Dra. Consuelo Yumiko Yoshioka e Silva 1º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA

---

Dr. Rodrigo Silva do Vale 2º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA

---

Dra. Lucila Elizabeth Frago Monfort 3º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida. Ele é a base da minha existência, que nos inúmeros momentos de tribulações acalmou meu coração.

Ao Professor Dr. Osmar Alves Lameira, pela paciência, apoio e dedicação na orientação, que me possibilitou a execução e conclusão desta dissertação. Além de me proporcionar outras oportunidades profissionais e pela amizade construída.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Aos membros da banca examinadora, por dedicarem seu precioso tempo na melhoria deste trabalho.

Aos professores Dr. Rodrigo Silva do Vale, Paulo Eremita e Walter Velasco Silvestre pelo carinho, amizade e contribuições no meu conhecimento profissional desde a graduação.

Aos meus pais Dulcinéia e Paulo Sérgio (*in memoriam*) por terem me concebido e amado muito em cada gesto, palavras e silêncio.

As minhas irmãs-Lilian, Leidiane e Marcinha (essa última, amiga de infância, mas que aprendi a amar como irmã)- por serem tolerantes, companheiras e amigas. Meninas-Mulheres que sempre farão parte da minha vida!

A minha grande, amada e guerreira avó Maria Laura por toda dedicação e carinho a mim concebido com muito amor, paciência e brincadeiras.

Aos meus tios pelo carinho e cuidados, em especial Marco Aurélio, Gercileia, Anenor e Franciney, que com a ausência do meu pai são até hoje companheiros, amigos e ajudaram dentro de suas possibilidades com apoio financeiro e psicológico.

Aos meus primos e amigos, por terem compreendido a minha ausência nos encontros joviais e alegres, suportando as minhas chatices. Quero vocês sempre por perto.

A dona Luiza (tia Lulu) por suas palavras de sabedoria, carinho e dedicação a mim e a minha família, em especial, à minha avó.

Aos amigos do horto de plantas medicinais da Embrapa, Tainá Teixeira Rocha, Paulo César, Lucivaldo (seu Lulu), Xororó e Rafael Marlon pelo auxílio na condução dos experimentos e pelas brincadeiras descontraídas.

Aos “irmãos de coração” Kelly Santos, Denise Nunes, Helaine Cristine, Marli, Raphael Prado e Bernard Lago.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

**MUITO OBRIGADA!**

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1- Esquemática do experimento de armazenamento até a semeadura .....	21
Figura 2- Mensuração da altura (cm) (A) e do diâmetro do coleto (mm) (B) das plantas de <i>C. guianensis</i> .....	22
Figura 3- Germinação precoce das plântulas de <i>C. guianensis</i> .....	26
Figura 4- Dessecação e queima das folhas de <i>C. guianensis</i> .....	34
Figura 5- Presença de murcha em plântulas de <i>C. guianensis</i> .....	34

### CAPÍTULO 2

Figura 6- A) Cozimento das sementes. B) Armazenamento das sementes cozidas. C) Armazenamento das massas. D) Disposição das massas em forma de “bolinha” nas calhas. .	43
Figura 7- Cobertura de madeira para a extração de óleo.....	43
Figura 8- A) Recipientes de armazenamento intermediário. B) Recipiente de armazenamento definitivo. ....	44
Figura 9- Massa (kg) de 90 sementes de <i>C. guianensis</i> por ambiente de armazenamento. ....	46
Figura 10- Massa cozida (kg) de 90 sementes de <i>C. guianensis</i> por ambiente de armazenamento.....	47
Figura 11- Coloração das massas obtidas após cozimento das sementes .....	48
Figura 12- Rendimento (mL) do óleo de <i>C. guianensis</i> após as sementes serem submetidas a diferentes ambiente de armazenamento. ....	49
Figura 13- Densidade (g.mL-1) do óleo de <i>C. guianensis</i> após as sementes serem submetidas a diferentes ambiente de armazenamento.....	50
Figura 14- Coloração do óleo de <i>C. guianensis</i> de sementes armazenadas em diferentes ambientes.....	50
Figura 15- Gráfico resultante do PCA para as análises cromatográficas do óleo de <i>C. guianensis</i> obtido em diferentes ambiente de armazenamento de sementes.....	52
Figura 16- Gráfico resultante do PCA para as análises cromatográficas do óleo de <i>C. guianensis</i> obtido em diferentes ambiente de armazenamento de sementes, comparadas com amostras externas do experimento. ....	53

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

- Tabela 1- Resumo da análise de variância para os caracteres emergência de plântula (%EP), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), taxa de crescimento em altura (TCA), taxa de crescimento em diâmetro (TCD) e porcentagem de sobrevivência..... 23
- Tabela 2- Valores médios da emergência de plântulas (%) de *C.guianensis* em função do ambiente e do tempo de armazenamento. .... 25
- Tabela 3- Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de *C.guianensis*, submetidas a diferentes ambientes e períodos de armazenamento. .... 27
- Tabela 4- Tempo médio de emergência (dias) de sementes de *C. guianensis* submetidas a diferentes ambientes e períodos de armazenamento. .... 28
- Tabela 5- Taxa de crescimento absoluto (TCA), em altura e diâmetro do coleto, de plantas de *C. guianensis* Aubl. aos 82 dias após a semeadura. .... 30
- Tabela 6- Altura (cm) e diâmetro do coleto (mm), de plantas de *C. guianensis* Aubl. aos 82 dias após a semeadura. .... 31
- Tabela 7- Sobrevivência (%) de plantas de *C. guianensis* de acordo com os ambientes e períodos de armazenamento em que as sementes foram submetidas..... 33

## RESUMO

O Brasil possui uma vasta diversidade vegetal e várias experiências vinculadas ao conhecimento popular das plantas medicinais, sendo a maior parte de sua produção agrícola tradicionalmente embasada nos sistemas agroflorestais (SAFs). A espécie *Carapa guianensis*, conhecida como andiroba, ocorre naturalmente em toda Amazônia. É uma árvore pertencente à família das Meliaceae e reconhecida oficialmente pelo Ministério da Saúde do Brasil por suas propriedades fitoterápicas provenientes do óleo de suas sementes. É uma espécie potencial para a recomposição e recuperação de áreas alteradas exigidas pela legislação, como as áreas de Reserva Legal (RL), e as Áreas de Preservação Permanente (APP's). Dessa forma, torna-se fundamental investir em estudos voltados ao conhecimento relacionado a emergência, conservação de suas sementes e na extração de seu principal produto que são primordiais para a perpetuação e valoração econômica e ambiental dessa espécie. Este estudo se propôs a somar os esforços de pesquisa no conhecimento do uso múltiplo de *C. guianensis*, com enfoque na produção de mudas e procedimentos de extração do óleo voltado para os pequenos produtores rurais. Ele foi estruturado na forma de capítulos, dos quais o primeiro foca a produção de mudas a partir de diferentes métodos e períodos de armazenamento de sementes de *C. guianensis*, com o intuito de verificar a influência do método na emergência da plântula, no seu crescimento e sobrevivência. No segundo capítulo foi verificado o rendimento do óleo e sua constituição química a partir da influência dos quatro métodos de armazenamento. Os experimentos foram realizados no viveiro do horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-PA. As sementes coletadas foram submetidas aos ambientes de armazenamento areia, água, geladeira e ao natural por três períodos de armazenamento, sendo eles 4, 8 e 12 dias. No primeiro capítulo a maioria das variáveis analisadas foi afetada pelo processo de armazenamento das sementes, sendo o ambiente, água e areia os que mais influenciaram positivamente no crescimento da espécie quando semeadas após quatro dias de armazenamento, comparada às plantas provenientes de sementes armazenadas em geladeira. No segundo capítulo foi verificado que o rendimento do óleo de sementes provenientes do armazenamento em areia e água obteve maiores valores comparado ao proveniente de sementes armazenadas em natural e geladeira, inferindo que o armazenamento das sementes influenciou no rendimento do óleo de andiroba.

**Palavras-chave:** *C. guianensis*. Planta Medicinal. Produtos Florestais Não Madeireiros. Métodos de Armazenamento.

## ABSTRACT

Brazil has a vast plant diversity and various experiments linked to popular knowledge of medicinal plants, with most of their agricultural production traditionally grounded in Agroforestry System (AFS). The species *Carapa guianensis* known as andiroba, occurs naturally throughout the Amazon. It is a tree belonging to the family of Meliaceae and officially recognized by the Ministry of Health of Brazil for its herbal properties from the oil from its seeds. It is a potential species for recovery and restoration of degraded areas of the legislation, as the areas of Legal Reserve (RL) and Permanent Preservation Areas (PPAs). Thus, it is essential to invest in research activities aimed at knowledge related to emergency, conservation of seeds and the extraction of its flagship product that are essential for the perpetuation and economic and environmental valuation of this kind. This study aimed to add research efforts in knowledge of the multiple use of *C. guianensis*, focusing on seedling production and extraction procedures facing the oil to small farmers. It was structured in the form of chapters, the first of which focuses on the production of seedlings from different methods and *C. guianensis* seed storage periods, in order to verify the influence of the method in the emergence of seedling in its growth and survival. In the second chapter was checked the oil yield and its chemical composition from the influence of the four storage methods. The experiments were performed in the nursery garden of medicinal plants of Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. The collected seeds were submitted to the sand storage environments, water, and natural refrigerator for three periods of storage, namely 4, 8 and 12 days. In the first chapter the majority of the variables analyzed was affected by seed storage process, and the environment, water and sand those who most influenced the growth of the species when sown after four days of storage, compared to the plants grown from seeds stored in refrigerator. In the second chapter it was found that the yield of seeds from storage in sand and water oil had higher values compared to from seeds stored in natural and refrigerator, inferring that the seed storage influenced the andiroba oil income.

**Keywords:** *C. guianensis*. Medicinal Plant. Non Timber Forest Products. Storage Methods.

## SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	10
1.1 Objetivos.....	13
REFERÊNCIAS .....	14
2 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO NA EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE <i>Carapa guianensis</i> Aubl (MELIACEAE) .....	16
RESUMO .....	16
ABSTRACT .....	17
2.1 Introdução .....	17
2.2 Material e Métodos.....	19
2.3 Resultados e Discussão .....	22
2.4 Conclusão .....	35
REFERÊNCIAS .....	35
3 EFEITO DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES SOBRE O RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE ANDIROBA ( <i>Carapa guianensis</i> AUBL.-MELIACEAE).....	39
RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	39
3.1 Introdução .....	40
3.2 Material e Métodos.....	41
3.3 Resultados e Discussão .....	45
3.4 Conclusão .....	53
REFERÊNCIAS .....	53

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As mudanças na Legislação Ambiental Brasileira, em especial no Código Florestal, despertou a atenção de muitos setores da sociedade, em especial para as responsabilidades dos proprietários rurais em relação à conservação e à recuperação das florestas e das demais formas de vegetação nativa, dos solos e da água (MARTINS e RANIERI, 2014). A suspensão de multas recebidas antes de 22 de julho de 2008 foi uma das mudanças da lei, no qual o produtor rural mediante a inscrição no Programa de Recuperação Ambiental (PRA) e a comprovação da recuperação ambiental que gerou a sanção tem o motivado a utilizar espécies nativas e não madeiras em suas áreas. Nos casos em que a obrigatoriedade das Reserva Legal (RL) é mantida, a Lei nº 12.651/2012 estabelece como uma alternativa para a recomposição e para o uso dessas áreas o consórcio de espécies nativas e exóticas em sistema agroflorestal (BRASIL, 2012).

Dessa maneira, informações sobre o manejo de sementes e produção de mudas de espécies nativas da Amazônia de uso múltiplo, são fundamentais para subsidiar projetos de recomposição de áreas desmatadas. É válido afirmar que pouco se conhece da biologia das espécies de ecossistemas florestais tropicais, sendo necessários estudos ecológicos, morfológicos, de biologia reprodutiva, entre outros, que auxiliem no sucesso de projetos de recuperação (BARBOSA et al., 2003).

O conhecimento técnico-científico sobre espécies florestais é imprescindível para ações inerentes ao estabelecimento de plantações florestais, particularmente em áreas de reconstituição. Apesar da grande diversidade dessas espécies e do elevado valor que representam, a literatura, até agora disponível, é ainda escassa, parcial e essencialmente limitada à descrição qualitativa de sua importância econômica nas áreas de ocorrência natural e de sua fenologia (DUTRA et al., 2007).

Conforme Monteiro e Ramos (1997) é fundamental conhecer a biologia de espécies florestais nativas visando à domesticação e ao domínio de reprodução dessas espécies para atender a demanda por mudas de árvores nativas, principalmente, para a recuperação de áreas degradadas. Todavia, segundo eles, a indisponibilidade de sementes de espécies nativas para produção de mudas em larga escala, bem como na insuficiência de informações sobre as condições apropriadas para a produção de mudas em condições de viveiro apresentam-se como entraves para o empreendimento.

A espécie *Carapa guianensis* Aubl.(Andiroba) vem conquistando novos mercados para produtos florestais não madeiros, não apenas regionais, mas em âmbito nacional (SCHWARTZ et al., 2008), tem grande importância econômica, pelo enorme interesse das

indústrias farmacêuticas, cosméticas e madeireiras. É uma das espécies mais estudadas, fácil de trabalhar, permitindo bom acabamento sendo muito procurada no mercado interno e externo para a fabricação de móveis, lâminas, compensados, caixotaria fina e acabamentos internos de barcos e navios (LOUREIRO et al., 1979), sendo considerada nobre e substituta do mogno.

Espécie de uso múltiplo, a *C. guianensis* é muito promissora para ser plantada como componente dos Sistemas Agroflorestais (SAF's) nas áreas de Reserva Legal (RL), e nas Áreas de Preservação Permanente (APP's), visto que nesta área o corte de árvores é proibido, sendo de bom senso a utilização de espécies que garantam algum retorno econômico para o produtor. Segundo Homma (2012) já existem diversos plantios de *C. guianensis* que tem gerado renda, como exemplo, o autor cita os consórcios com cultivos de cacauzeiros, integrando sistemas agroflorestais nos municípios de Tomé-Açu e Acará.

O óleo dessa espécie, por exemplo, é um produto de usos múltiplos e foi amplamente utilizado para iluminação no período de 1854 a 1864. Devido o interesse pelas suas propriedades, o óleo foi patenteado em 1999 por Rocher Yves BiologVegetale nos países da França, Japão, União Europeia e Estados Unidos (MENEZES, 2005).

O óleo também é muito usado na preparação de sabão e de cosméticos, como repelente de insetos e no tratamento de artrite, distensões musculares e alterações dos tecidos cutâneos por nativos (FERRAZ et al., 2003). É extraído de forma artesanal e mecanizado, e comercializado de diversas formas, contribuindo com a geração de renda local, regional e nacional (RODRIGUES e TEIXEIRA, 2015).

Segundo Ferraz et al. (2002) a exploração extrativista das sementes de *C. guianensis* é cada vez mais promissora e inevitável, e pode ser futuramente ainda mais intensificado, o que pode interferir na perpetuação da espécie. Nesse sentido, há uma necessidade em conservar esse recurso natural a fim de garantir a continuidade dos recursos genéticos dessa espécie. Além de realizar estudos quanto ao processamento do óleo, uma vez que o processo exige um conhecimento tradicionalmente adquirido que, com o passar dos anos, tende ao desaparecimento (MENDONÇA e FERRAZ, 2007).

Um das preocupações em relação a conservação da semente da *C. guianensis* é a sua rápida perda de viabilidade por ser recalcitrantes, sendo intolerantes à dessecação e a baixas temperaturas – principais formas de conservação de sementes e, portanto, são de difícil armazenamento (BONJOVANI e BARBEDO, 2008).

Sementes recalcitrantes não sofrem secagem natural na planta-matriz e são liberadas com elevado teor de umidade. Mesmo quando a umidade for mantida em nível adequado

durante o armazenamento, sua longevidade é relativamente curta, e varia, de acordo com a espécie, de apenas algumas semanas até alguns meses (KING e ROBERTS, 1980)

De acordo com o relatório do Instituto Peabiru (2013), as sementes de *C. guianensis* utilizadas para extração de óleo pelas populações extrativistas da Ilha do Marajó perdem a viabilidade rapidamente, existindo uma grande dificuldade na conservação das sementes que muitas vezes chegam a estragar, reduzindo a produção, e agregando pouco valor ao produto.

Le Cointe (1939) observou que os frutos de *C. guianensis* apodrecem com facilidade, sugerindo o cozimento rápido como a melhor maneira de conservá-los, ou usando um paiol para deixá-los dentro d'água. Diante do exposto e da crescente demanda por informações sobre espécies de uso múltiplo com potencial para serem utilizadas em recuperação de ambientes degradados, torna-se importante o conhecimento do comportamento da germinação, crescimento inicial da planta e a caracterização do óleo das sementes quando submetidas a métodos de armazenamento. Respostas essas que podem fundamentar no melhor conhecimento do manejo das sementes da *C. guianensis* para a produção de mudas, visando uma exploração mais racional de suas potencialidades.

A dissertação está estruturada em capítulos que descrevem a influência da metodologia de armazenamento de sementes da espécie sobre o seu potencial germinativo, bem como, a formação de mudas e rendimento do óleo extraído de suas sementes. O capítulo 1 intitulado “Influência do ambiente e período de armazenamento na emergência e desenvolvimento inicial de mudas de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae)” descreve o comportamento da germinação até formação de mudas da espécie estudada sob influência das condições do ambiente de armazenamento e do tempo. O capítulo 2 “Efeito do ambiente de armazenamento de sementes sobre o rendimento e composição química do óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.-Meliaceae)” aborda sobre a influência dessas variáveis externas sobre as características qualitativa e quantitativa do óleo.

## 1.1 Objetivos

### Objetivo Geral

Avaliar a influência dos ambientes e período de armazenamento sobre o comportamento germinativo das sementes, formação de mudas e no rendimento e composição química do óleo de *Carapa guianensis* Aubl.

### Objetivos Específicos e Hipóteses

➤ Determinar o potencial de germinação das sementes de *C. guianensis* em diferentes ambientes e período de armazenamento.

**Hipótese:** O potencial de germinação será maior quando o tempo de armazenamento for no menor intervalo de tempo e o ambiente de armazenamento for de alta umidade.

➤ Analisar o desenvolvimento inicial das mudas de *C. guianensis* em função dos ambientes e período de armazenamento de sementes.

**Hipótese :** O crescimento da espécie será maior quando o ambiente de armazenamento de sementes for de alta umidade em curto período de tempo.

➤ Analisar a dinâmica de sobrevivência de plantas de *C. guianensis* em função dos ambientes e período de armazenamento de sementes.

**Hipótese:** A porcentagem de sobrevivência de *C. guianensis* será maior quando as sementes forem provenientes de ambiente de armazenamento de alta umidade em um curto período de tempo.

➤ Comparar o volume e as características químicas do óleo extraído das sementes de *C. guianensis* armazenadas em diferentes ambientes.

**Hipótese:** Ambientes de alta umidade de armazenamento favorecem o rendimento do óleo de *C. guianensis* e mantêm as suas características químicas.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, L. M.; BARBOSA, J. M.; BARBOSA, K. C.; POTOMATI, A.; MARTINS, S. E.; ASPERTI, L. M.; MELO, A. C. G.; CARRASCO, P. G.; CASTANHEIRA, S. A.; PILIACKAS, J. M. Recuperação florestal com espécies nativas no estado de São Paulo: Pesquisas Apontam Mudanças Necessárias. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 6, n.14, p.28 – 34, 2003.
- BONJOVANI, M. R.; BARBEDO, C. J. Sementes recalcitrantes: intolerantes a baixas temperaturas? Embriões recalcitrantes de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn. toleram temperatura sub-zero. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, p.345-356, 2008.
- BRASIL. LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1996. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Legislativo, Brasília, DF: 28 de Mai., 2012.
- DUTRA, A. S.; MEDEIROS-FILHO, S.; DINIZ, F. O. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby. **Revista Ciências Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.3, p.280-285, 2007.
- FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. Sementes e Plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C.): Aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. **Acta Amazonica**, v.32, n.4, p.647-661, 2002.
- FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.; *Carapa procera*. D.C) Meliaceae. **Manual de Sementes da Amazônia**. 1.ed. Manaus: INPA, 2003. 6 p.
- HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a amazônia? **Estudos avançados**, São Paulo, v.26, n.74. 2012.
- INSTITUTO PEABIRU. **Problemas com armazenamento prejudicam produção de andiroba no Marajó**. 2013. Disponível em: <http://peabiru.org.br/2013/08/16/problemascom-armazenamento-prejudicam-producao-de-andiroba-no-marajo/>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- KING, M.W.; ROBERTS, H. The imbibed storage of cocoa (*Theobroma cacao*) seed. **Seed Science and Technology**, v. 10, p. 535-540, 1982.
- LE COINTE, P. **Sementes oleaginosas diversas – andiroba**. In: Apontamentos sobre as sementes oleaginosas, bálsamos, resinas, essências, borrachas, gutas e balatas da floresta amazônica. Belém, Instituto Lauro Sodré, 1939. p. 17-8.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia**. 2v. Manaus, AM: INPA, 1979.
- MARTINS: T. P.; RANIERI, V. E. L. Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. **Ambiente & Sociedade**, v.17, n.3, São Paulo. 2014.

MENDONÇA, A. P.; FERRAZ, I. D. K. Óleo de Andiroba: processo tradicional da extração, uso e aspectos sociais no estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v.37, n.3, p.353 – 364. 2007.

MENEZES, J. E. A. de. O Histórico do Sistema Extrativo e a Extração de Óleo de Andiroba Cultivado no Município de Tomé-açu, Estado do Pará. In: XLIII Congresso da Sober. 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2005. p.3-10.

MONTEIRO, P. P. M.; RAMOS, F. A. Beneficiamento e quebra de dormência de aquênios em cinco espécies florestais do cerrado. **Revista Árvore**, v.21, p.169-174,1997.

RODRIGUES, R. A.; TEIXEIRA, C. *Carapa guianensis* Aubl. (Andiroba). Universidade Federal de Goiás. 2015. Disponível em: <[http://www.academia.edu/12680184/A\\_Cultura\\_da\\_Andiroba\\_Carapa\\_guianensis\\_Aubl\\_](http://www.academia.edu/12680184/A_Cultura_da_Andiroba_Carapa_guianensis_Aubl_)>. Acesso em: 12 mai. 2015.

SCHWARTZ, G.; NASCIMENTO, N.A.; MENEZES, A. J. E. Estrutura populacional de espécies de interesse florestal não-madeireiro no sudeste do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v.4, n.7, p.117-130, 2008.

## 2 Influência do ambiente e período de armazenamento na emergência e desenvolvimento inicial de mudas de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae)<sup>1</sup>

Influence of environment and storage period in emergency and development of dumb initial *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae)

Ana Paula Ribeiro Medeiros, Osmar Alves Lameira,

Rodrigo Silva do Vale, Rafael Marlon Alves de Assis,

Lucila Elizabeth Fragoso Monfort, Consuelo Yumiko Yoshioka e Silva

### Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência dos ambientes e períodos do armazenamento no comportamento germinativo da semente e no crescimento das plantas de *Carapa guianensis* Aubl. Foram coletadas e selecionadas 360 sementes, sendo divididas em quatro amostras de 90 sementes, as quais foram armazenadas em bandejas plásticas e acondicionadas em ambiente natural (ao ar livre), geladeira, água e areia branca em períodos de quatro, oito e doze dias de armazenamento até a semeadura. Depois da semeadura em um período de 40 dias, as sementes foram avaliadas quanto a porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME). Após esse período de avaliação (40 dias), as plantas emergidas tiveram suas alturas e diâmetros medidos semanalmente por um período de seis semanas, período correspondente a 82 dias após a semeadura. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quanto menor o período de armazenamento e maior a umidade no recipiente de armazenamento, a porcentagem de sementes viáveis à emergência e o crescimento de *C. guianensis* também aumentaram, e essa relação foi favorável também ao armazenamento com areia. Além disso, sementes que foram armazenadas em geladeira (8°C) e ambiente natural (26°C) apresentaram maiores taxas de crescimento em altura e diâmetro, logo para que a porcentagem de emergência seja superior a 50% as sementes devem ser armazenadas em um período menor que 12 dias em recipiente com água, areia ou ao natural.

**Palavras-chave:** armazenamento de sementes, *C. guianensis*, crescimento, emergência de plântulas.

---

<sup>1</sup> Este capítulo segue as normas de apresentação da revista **Scientia Forestalis**

## **Abstract**

The objective of this study was to evaluate the influence of environments and periods of storage in the germination behavior of the seed and plant growth of *Carapa guianensis* Aubl. Were collected and selected 360 seeds, being divided into four samples of 90 seeds, which were stored in plastic trays and placed in natural environment (outdoors), refrigerator, water and white sand in periods of four, eight and twelve days storage until sowing. After sowing in a period of 40 days, the seeds were evaluated for the emergence percentage (% E), emergency speed index (IVE) and mean emergence time (TME). After this evaluation period (40 days), the emerged plants had their heights and diameters measured weekly for six weeks, period corresponding to 82 days after sowing. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability. The lower the storage period and higher the humidity in the storage container, the percentage of viable seeds to the emergence and *C. guianensis* growth also increased, and this relationship was also favorable to the store with sand. In addition, seeds that were stored in the refrigerator (8 °C) and natural environment (26°C) had higher growth rates in height and diameter, so that the emergency percentage exceeds 50% the seeds should be stored in a shorter period than 12 days in container with water, sand or natural.

**Key words:** seed storage, *C. guianensis*, Increment, plant emergence.

## **1 INTRODUÇÃO**

A propagação de mudas florestais pode ser limitada pela falta de conhecimentos pertinentes a fatores intrínscico sobre a produção de mudas, como o comportamento germinativo da semente, por exemplo. A produção de sementes de baixa germinação significa perda de recurso financeiro, e, sendo assim, as etapas de produção de sementes devem ser planejadas para obtenção de sementes com qualidade satisfatória e em quantidade suficiente (NOGUEIRA, 2002; NOGUEIRA; MEDEIROS, 2007). A qualidade fisiológica da semente é caracterizada e avaliada pela sua capacidade de germinação, vigor e longevidade (BEWLEY; BLACK, 1994; POPINIGIS, 1985).

A espécie *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba) em presença de luz, apresenta facilidade na germinação de suas sementes, contudo, em escala comercial, a grande limitação de seu uso é a rápida perda de viabilidade das sementes (FERRAZ et al., 2003). Pertencente à categoria das sementes recalcitrantes, a conservação desse produto, segundo Bonjovani e Barbedo (2008) é difícil em decorrência das sementes serem intolerantes à dessecação e a baixas temperaturas, principais formas de conservação de sementes. Considerando, ainda, que as sementes devem ser coletadas o mais rápido possível após a queda dos frutos para minimizar o ataque da broca. Quando se realizam coletas semanais, a destruição das sementes pode representar perda de quase metade da produção (GUEDES et al., 2008).

Em certas circunstâncias, a germinação pode ser impedida ora por condições ambientais inadequadas, ora por mecanismos relacionados à própria semente (REIS et al., 2008). A conservação das sementes, de modo geral, é de grande importância, uma vez que tem função básica de preservar a qualidade fisiológica das mesmas, sendo essa preservação possível porque o armazenamento uma vez aplicado de modo adequado vai diminuir a velocidade de deterioração, que se caracteriza por ser processo irreversível (DELOUCHE et al., 1973; MELO et al., 1979).

Contudo, o sucesso do armazenamento de sementes depende do conhecimento sobre o comportamento destas durante este processo, o que possibilita a utilização de condições adequadas para a manutenção da viabilidade (HONG et al., 1996).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), o armazenamento das sementes é influenciado por diversos fatores, relacionado à qualidade inicial da semente,

como o vigor das plântulas ascendentes; condições climáticas durante a maturação das sementes; grau de maturação no momento da colheita; ataque de pragas e doenças; grau de injúria mecânica, assim como, às características do ambiente (umidade relativa do ar ou teor de água das sementes; temperatura do ar; ação de fungos e insetos de armazenamento; embalagem). Para Marcos Filho (2005) independente de onde as sementes sejam armazenadas, todas elas se deterioram ao longo do tempo, em função do seu processo fisiológico.

A qualidade fisiológica das sementes, representada pela viabilidade e vigor, pode influenciar diretamente em muitos aspectos do desempenho, como, por exemplo, a taxa de emergência e a emergência total, sendo também o tamanho de semente outro componente da qualidade que vem sendo avaliado para muitas espécies (PÁDUA et al., 2010). O armazenamento não se trata só de um agente regulador do mercado, mas de um importante meio de conservação de recursos genéticos através dos bancos de germoplasma, em que a qualidade das sementes precisa ser mantida o maior tempo possível (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

A presente pesquisa tem por objetivo avaliar a influência dos ambientes e períodos do armazenamento no comportamento germinativo da semente e no crescimento das plantas de *C. guianensis*.

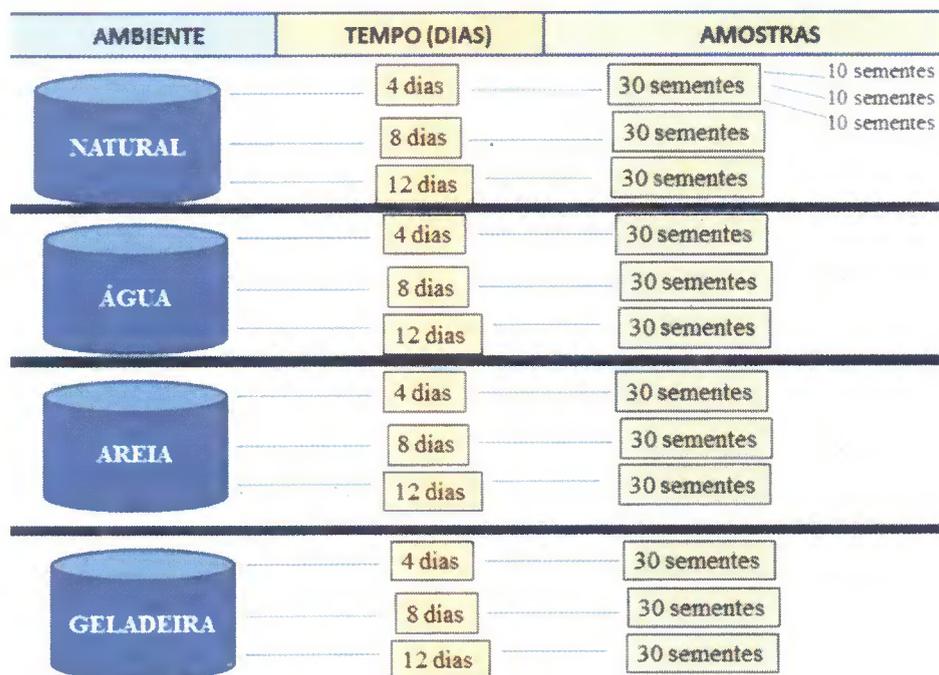
## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi desenvolvido na área de viveiro do horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Belém, região metropolitana do Estado do Pará, no período de fevereiro a maio de 2014. Foram utilizadas sementes de *C. guianensis* coletadas no horto de

plantas medicinais na época da dispersão, precisamente em fevereiro de 2014, embaixo da árvore-mãe e próximas a ela. Após a coleta realizou-se a extração manual das sementes e o beneficiamento, eliminando as sementes furadas, vazias e as com coloração da casca muito escura. Dessas, foram selecionadas 360 sementes, sendo divididas em quatro amostras de 90 sementes, as quais foram armazenadas em bandejas plásticas e acondicionadas em ambiente natural (ao ar livre; 26°C), geladeira (8 °C), água e areia branca em períodos de quatro, oito e doze dias de armazenamento até a semeadura.

As 360 sementes foram semeadas em recipientes confeccionados de garrafas plásticas do tipo *pet* com capacidade de 2L, preenchidos com terra preta, cuja finalidade de escolha foi reduzir os custos de produção e materiais que potencialmente estariam sendo despejados no meio ambiente. Para cada período de armazenamento foram semeadas 10 sementes de cada ambiente de armazenamento a 5 cm de profundidade, aproximadamente, com três repetições cada, perfazendo um total de 30 sementes (Figura 1), utilizando-se uma semente por recipiente. Decorridos 40 dias da semeadura as sementes foram submetidas aos testes de vigor, sendo avaliado o número de sementes germinadas para calcular a porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME), conforme Maguire (1962). Considerando como indivíduos de *C. guianensis* germinados aqueles que apresentaram o aparecimento do hipocótilo.

Figura 1. Esquematização do experimento de armazenamento até a semeadura  
 Figure 1. Outline of the storage experiment by sowing



Fonte: Autora da pesquisa.

Ao final desse período de avaliação (40 dias), as plantas emergidas tiveram sua altura (cm) e diâmetro do coleto (mm) medido semanalmente por um período de seis semanas (Figura 2), período correspondente a 82 dias após a semeadura. O teste foi conduzido em casa de vegetação, sem controle de temperatura e umidade. As irrigações foram feitas quando necessárias.

Os parâmetros de altura e diâmetro da planta foram avaliados recorrendo-se à determinação da taxa de crescimento ( $T_c$ ), que corresponde ao incremento obtido entre as seis avaliações, sendo calculada de acordo com a equação proposta por BENINCASA (1988):  $T_c = A_2 - A_1 / T_2 - T_1$ , sendo  $A_2 - A_1$  a diferença entre os valores reais mensurados entre a avaliação final e inicial e  $T_2 - T_1$  o intervalo de tempo entre as duas avaliações mensuradas.

**Figura 2.** Mensuração da altura (cm) (A) e do diâmetro do coleto (mm) (B) das plantas de *C. guianensis*.

**Figure 2.** Measurement of the height (cm) (A) and stem diameter (mm) (B) of the plants of *C. guianensis*.



**Fonte:** Autora da pesquisa

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial com doze tratamentos em três repetições. Sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Programa de Análises Estatísticas v.5.3. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG).

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do ambiente e do tempo de armazenamento de sementes de *C. guianensis* ( $P < 0,05$ ) sobre a porcentagem de emergência de plântula (%EP), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME). A taxa de crescimento em altura (TCA), em diâmetro (TCD)

e porcentagem de sobrevivência (%SOB) não foi influenciada pela interação dos fatores, apresentando os seguintes valores médios: TCA= 0,41cm; TCD=0,04mm e SOB (%)= 29,11 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para os caracteres emergência de plântula (%EP), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), taxa de crescimento em altura (TCA), taxa de crescimento em diâmetro (TCD) e porcentagem de sobrevivência.

**Table 1.** Summary of the analysis of variance for the characters of seedling emergence (% EP), emergency speed index (IVE), mean emergence time (TME), rate of growth in height (TCA), growth rate in diameter (TCD) and survival percentage.

	Quadrado Médio						
	GL	EP (%)	IVE	TME	TCA	TCD	SOB (%)
Ambiente (A)	3	1647,22*	0,18*	8,89*	0,205*	0,0002 <sup>ns</sup>	4895,66*
Período (P)	2	2425,00*	0,10*	126,08*	0,003 <sup>ns</sup>	0,0004*	384,19 <sup>ns</sup>
A x P	6	980,55*	0,04*	37,73*	0,026 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	759,93 <sup>ns</sup>
Erro	24	<b>266,67</b>	<b>0,02</b>	<b>11,28</b>	<b>0,03</b>	<b>0,0001</b>	<b>479,08</b>
Média		<b>59,26</b>	<b>0,35</b>	<b>28,88</b>	<b>0,41</b>	<b>0,04</b>	<b>75,19</b>
CV( %)		<b>27,60</b>	<b>36,62</b>	<b>11,62</b>	<b>44</b>	<b>26,08</b>	<b>29,11</b>

\* :significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: não significativo.

Os resultados confirmam que a qualidade fisiológica das sementes é influenciada pelos diferentes ambientes e períodos de armazenamento, evidenciando sobre a dependência da escolha na combinação do ambiente e período de armazenamento que possibilitem a manutenção da qualidade fisiológica, e conseqüentemente ao vigor das sementes por um determinado período de armazenamento.

Ferraz e Sampaio (1996) testaram procedimentos simples de armazenamento de sementes de *C. guianensis*, cuja produção de mudas é limitada pela oferta de sementes. Os autores testaram métodos de

armazenamento em sacos plásticos, em diferentes condições ambientais e em água corrente. De acordo com os resultados, eles notaram que o armazenamento na sombra e o das sementes enterradas no solo foram inviáveis, em função da vulnerabilidade da embalagem por insetos, favorecendo a perda da viabilidade das sementes por desidratação quando armazenadas à sombra, e a germinação indesejada proveniente do processo de embebição da semente quando exposta ao solo úmido. Além disso, as sementes de *C. guianensis* não suportaram o armazenamento em água corrente, nem em condições de temperaturas baixas ( $6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Durante os sete meses de armazenamento, as sementes mantiveram viáveis somente quando armazenadas em sacos plásticos selados em ambiente com ar condicionado ( $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  e 45% a 60% UR). Fato este que justifica que o armazenamento de sementes dessa espécie é dependente da manutenção da umidade durante determinado período.

Na Tabela 2, encontram-se as porcentagens de emergência de plântulas de *C. guianensis* em função do ambiente de armazenamento ao longo do período em que as sementes foram armazenadas. O maior percentual de emergência (96,67%) foi identificada em plântulas provenientes de sementes armazenadas em ambiente natural no período de 4 dias. Todavia, de modo geral, foi observado que os ambientes de armazenamento água e areia favoreceram na porcentagem de emergência da espécie para os períodos de 4 (86,67% e 60%, respectivamente) e 8 (80% e 73,33%, respectivamente) dias de armazenamento de sementes.

A redução que ocorreu na emergência de plântulas no período de 12 dias mesmo nas sementes armazenadas em ambientes com maior teor de

água deve-se possivelmente ao fato destas sementes reduzirem o vigor quanto mais tempo permanecerem armazenadas, acelerando o seu processo de deterioração. Para Vieira e Carvalho (1994), o processo de deterioração das sementes durante o armazenamento ocasiona uma queda progressiva na porcentagem de plântulas.

**Tabela 2.** Valores médios da emergência de plântulas (%) de *C. guianensis* em função do ambiente e do tempo de armazenamento.

**Table 2.** Mean values of plant emergence (%) of *C. guianensis* depending on the environment and storage time.

Ambiente	Períodos de armazenamento		
	4 dias	8 dias	12 dias
Água	86,67 aA	80,00 aA	46,67 bAB
Geladeira	43,33 aB	46,67 aA	33,33 aAB
Areia	60,00 aAB	73,33 aA	70,00 aA
Natural	96,67 aA	53,33 bA	23,33 bB

**Erro padrão= 9,43**

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Apesar do ambiente areia ter mantido a viabilidade das sementes nos três períodos de armazenamento utilizados, ele favoreceu a germinação precoce das plântulas de *C. guianensis* (Figura 3), fato este não desejado para o estudo. De acordo com King e Roberts (1979) pode haver perdas significativas no processo de conservação quando ocorre germinação no ambiente de armazenamento, motivado pela umidade do ambiente sob temperaturas inadequadas.

**Figura 3.** Germinação precoce das plântulas de *C. guianensis*  
**Figure 3.** Early seedling germination of *C. guianensis*



**Fonte:** Autora da pesquisa.

Por ser uma espécie com sementes de alta suscetibilidade à perda de água, Neves (1994) afirma que o armazenamento dessas deve ser realizado em ambiente com alto grau de umidade, contudo o mesmo menciona que esta umidade interna favorece o ataque de microorganismo e germinação durante o armazenamento, e que algumas sementes recalcitrantes sofrem danos com temperaturas um pouco abaixo da temperatura ambiente ( $10^{\circ}$  - $15^{\circ}$ ). Fato este que pode ter ocasionado a inibição da germinação de muitas sementes de *C. guianensis* armazenadas em ambiente de geladeira nos diversos períodos estudados.

Esse resultado pressupõe que a umidade em maior quantidade em curto intervalo de tempo comparado aos outros ambientes de armazenamento, favorece o fenômeno inicial do processo da germinação da semente, denominado de embebição, no qual a água é necessária para o retorno das atividades metabólicas do embrião em desenvolvimento. Contudo, Floriano (2004) afirma que o excesso de umidade pode provocar decréscimo na

germinação, pois impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante. Segundo o mesmo autor, a água é o fator de maior influência sobre o processo de germinação. Com a absorção de água, por embebição, ocorre a reidratação dos tecidos e, conseqüentemente, a intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que resultam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário.

Em relação ao índice de velocidade de emergência (Tabela 3), os maiores valores foram obtidos das plântulas provenientes do armazenamento em água nos períodos de 4 e 8 dias.

**Tabela 3.** Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de *C. guianensis*, submetidas a diferentes ambientes e períodos de armazenamento.

**Table 3.** emergence speed index (IVE) of *C. guianensis* seed, under different environments and storage periods.

Ambiente	Períodos de armazenamento		
	4 dias	8 dias	12 dias
Água	0,687 aA	0,597 aA	0,237 bAB
Geladeira	0,243 aB	0,270 aB	0,193 aAB
Areia	0,330 aB	0,517 aAB	0,450 aA
Natural	0,273 aB	0,293 aB	0,107 aB

Erro padrão= 0,074

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No armazenamento em geladeira houve redução significativa na velocidade de emergência, evidenciando que os ambientes de armazenamento água e areia por possuírem os maiores valores de IVE favorecem a emergência média diária das sementes. Observou-se também que os menores

índices de velocidade de emergência estão diretamente relacionados aos maiores TME (Tabela 3 e 4).

O aumento do tempo de emergência seguiu o aumento do número de dias de armazenamento para todos os ambientes, com exceção das plântulas provenientes do armazenamento no ambiente areia que apresentou maior valor no menor período avaliado (Tabela 4). O retardamento na germinação e, conseqüentemente, na emergência das plântulas, proporciona maior exposição das sementes à ação dos patógenos (MARCOS FILHO, 1986), podendo reduzir a qualidade fisiológica (HUNTER; ERICKSON, 1952) e aumentar a mortalidade de plântulas pela ocorrência de *damping off*.

**Tabela 4.** Tempo médio de emergência (dias) de sementes de *C. guianensis* submetidas a diferentes ambientes e períodos de armazenamento.

**Table 4.** Emergency Average time (days) of *C. guianensis* seeds under different environments and storage periods.

Ambiente	Períodos de armazenamento		
	4 dias	8 dias	12 dias
Água	24,28 bB	27,19 abA	33,37 aA
Geladeira	28,59 aAB	26,94 aA	33,76 aA
Areia	33,27 aA	27,26 aA	28,58 aA
Natural	23,83 bB	24,94 bA	34,67 aA

Erro padrão= 1,94

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e da mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados mostram que as sementes armazenadas no ambiente natural foram mais eficiente em relação ao tempo médio de emergência (TME), apresentando valor de 23,83 dias no período de 4 dias de armazenamento,

porém não diferenciando estatisticamente do ambiente de armazenamento água e geladeira (Tabela 4).

Sementes de *C. guianensis* da Floresta Nacional do Tapajós (município de Santarém, PA), sem tratamento pré-germinativo, iniciaram o processo de germinação 6 a 10 dias depois da sementeira e apresentaram após um período de 2 a 3 meses uma alta taxa de germinação, correspondentes a 88-94% (VIANNA, 1982). No entanto, de acordo com Ferraz et al. (2002) o tempo médio de germinação está relacionado também com a espessura do envoltório da semente que quando muito espesso pode retardar o processo de emergência, variável essa não analisada no presente estudo. Eles mencionam que em condições de viveiro a espécie *C. guianensis* necessitou de 40-180 dias para alcançar somente 30% de emergência. Porém com a remoção do envoltório, o tempo médio se reduziu para 20 dias com o aumento da taxa de germinação para 70%.

Para as variáveis dendrometrias de *C. guianensis*, houve diferença em relação a taxa de crescimento altura total somente para o fator ambiente de armazenamento (Tabela 5). Observou-se que as plantas provenientes de sementes armazenadas em ambiente natural apresentaram maior taxa de crescimento absoluto em altura ( $0,63\text{cm d}^{-1}$ ) e diâmetro do coleto ( $0,047\text{mm d}^{-1}$ ). Esse não diferindo dos outros ambientes de armazenamento. Os menores valores foram obtidos no ambiente água para as duas variáveis analisadas. A taxa de crescimento absoluto ( $G$ ) é uma estimativa da velocidade média de crescimento das plantas ao longo do período de observação (EVANS, 1972; AGUILERA et al., 2004). Moreira et al. (2010) mencionam em seu estudo que espécies com elevada taxa de crescimento absoluto podem apresentar

vantagem ecológica em função da ocupação rápida do espaço e do encerramento mais rápido do ciclo.

**Tabela 5.** Taxa de crescimento absoluto (TCA), em altura (cm) e diâmetro do coleto (mm), de plantas de *C. guianensis* Aubl. aos 82 dias após a semeadura.

**Table 5.** Taxa of absolute growth (TCA), height (cm) and stem diameter (mm) of plants of *C. guianensis* Aubl. after 82 days after sowing.

Ambiente	Período			Média Alt	Média DAC
	4 dias	8 dias	12 dias		
Água	-	-	-	0,29 b	0,035 a
Geladeira	-	-	-	0,38 b	0,045 a
Areia	-	-	-	0,34 b	0,043 a
Natural	-	-	-	0,63 a	0,047 a
<b>Média Alt</b>	0,420 a	0,391 a	0,409 a		
<b>Média DAC</b>	0,045 a	0,047 a	0,036 a		

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Foi registrada diferença significativa para o crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas da espécie estudada entre os ambientes e períodos de armazenamento (Tabela 6). Para o crescimento médio em altura da planta os resultados indicam que as condições mais favoráveis foram os ambientes água e areia nos períodos de armazenamento 4 e 8 dias, sendo registrada a maior altura média da planta com 49,84cm daquelas oriundas de sementes submetidas ao ambiente água por 4 dias de armazenamento e a menor altura com 30,98cm registrada no armazenamento em geladeira por 8 dias.

Valores esses superiores aos relatados por Ferraz et al. (2002) os quais reafirmam que *C. guianensis* apresenta um crescimento rápido assim que

emergem atingindo até 40 cm, dependendo muito mais do tamanho da semente do que de outros fatores, ficando por semanas sem apresentar crescimento aparente até novamente lançar um novo conjunto de folhas.

Nas seis semanas de avaliação o crescimento do diâmetro do coleto da planta apresentou diferença significativa para os ambientes e período de armazenamento em que foram submetidas às sementes de *C. guianensis*, não havendo efeito significativo para a interação entre esses fatores (Tabela 6).

O maior diâmetro médio de 7,82mm foi observado nas plantas oriundas de sementes submetidas no ambiente água por 4 dias de armazenamento e o menor diâmetro médio de 5,09mm obtido no mesmo ambiente por 12 dias de armazenamento. Acredita-se que o ambiente com maior grau de umidade tenha influenciado positivamente no metabolismo dos meristemas laterais do caule que são responsáveis pelo crescimento.

**Tabela 6.** Altura e diâmetro do coleto, de plantas de *C. guianensis* Aubl. aos 82 dias após a semeadura.

**Table 6.** Height and stem diameter, plant *C. guianensis* Aubl. after 82 days after sowing.

Ambiente	Período			Média Alt (cm)	Média DAC (mm)
	4 dias	8 dias	12 dias		
Água	-	-	-	49,84 a	7,82 a
Geladeira	-	-	-	45,22 b	7,26 a
Areia	-	-	-	49,29 ab	7,60 a
Natural	-	-	-	30,98 c	5,09 b
<b>Média Alt (cm)</b>	46,48 a	43,79 ab	41,22 b		
<b>Média DAC (mm)</b>	7,29 a	7,12 a	6,42 b		
C.V. Alt (%)	<b>7,19</b>				
C.V. DAC (%)	<b>9,17</b>				

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo Teste de Tukey (  $p < 0,05$ ).

A minimização das taxas metabólicas pode ser alcançada com baixas temperaturas para sementes ortodoxas e recalcitrantes (BONNER, 2008), mas geralmente as espécies tropicais são suscetíveis às injúrias por refrigeração, tolerando temperaturas que variam desde  $< 20^{\circ}\text{C}$  para algumas até  $< 5^{\circ}\text{C}$  para as menos sensíveis (SCHMIDT, 2000).

Diversos estudos apontam que o diâmetro do coleto é a variável que melhor prediz o desempenho no pós-plantio, indicando a qualidade das mudas, porém podem ocorrer variações para cada espécie e condições de plantio (RITCHIE et al., 2010). Ressalta-se ainda que, as plantas com maior diâmetro apresentam maior tendência à sobrevivência, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes (CARNEIRO, 1985).

Dessa forma, como consequência do tempo de estocagem, pode ocorrer redução da velocidade de crescimento das plantas, aumento da permeabilidade da membrana citoplasmática, maior susceptibilidade a estresses, mudanças na respiração, alteração nas reservas alimentícias, dentre outras consequências (UFSM, 2004).

Os parâmetros de crescimento altura e diâmetro do coleto da espécie segundo Gomes (2001) é fundamental para estimar o desempenho e sobrevivência da espécie no campo, sendo o diâmetro do coleto um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência, logo após o plantio.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 7 foi possível verificar que a porcentagem de sobrevivência dos indivíduos aos 82 dias foi influenciada pelo ambiente em que foram armazenadas as sementes da espécie em relação ao período. Podendo observar que as maiores taxas de sobrevivência estão

representadas no ambiente areia e água com máxima de 100% e 93%, respectivamente.

**Tabela 7.** Sobrevivência (%) de plantas de *C. guianensis* de acordo com os ambientes e períodos de armazenamento em que as sementes foram submetidas.

**Table 7.** Survival (%) *C. guianensis* plants according to the environments and storage periods in which the seeds were submitted.

Ambiente	Período			Média
	4 dias	8 dias	12 dias	
Água	-	-	-	88,22 ±7,29 a
Geladeira	-	-	-	44,77 ±7,29 b
Areia	-	-	-	97,77 ±7,29 a
Natural	-	-	-	70,00 ±7,29 ab
Média	68,83	77,08	79,67	
Erro padrão	±6,32 a	±6,32 a	±6,32 a	
C.V. (%)	29,11			

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo Teste de Tukey (  $p < 0,05$ ).

A sobrevivência de alguns indivíduos ficou comprometida por uma aparente dessecação e queimação das folhas da espécie, além da presença de alguns indivíduos com sintomas de murcha e quebra da parte apical da mesma, ocorrendo a bifurcação posteriormente, presumindo um possível ataque da broca-das-meliáceas (*Hypsipyla grandella* Zeller) a qual a espécie é bastante vulnerável (Figura 4 e Figura 5).

**Figura 4-** Dessecação e queima das folhas de *C. guianensis*



**Fonte:** Autora da pesquisa

**Figura 5-** Presença de murcha em plântulas de *C. guianensis*.



**Fonte:** Autora da pesquisa

As mudas são muito susceptíveis ao ataque pela *H. ferrealis* e *H. grandella*, esta última ataca além da *C. guianensis* praticamente todas as espécies da família Meliaceae, principalmente quando plantadas a pleno sol (SAMPAIO, 2000; JORDÃO; SILVA, 2006). O meristema apical dos ramos também é atacado por estas brocas e a planta cresce apenas pelas gemas laterais, comprometendo o valor comercial de sua madeira (CARRUYO, 1972; JORDÃO; SILVA, 2006).

De acordo com Lopes et al. (2008), o plantio de espécies com potencial econômico ou utilização etnobotânica deve ser incentivado, na tentativa de conservação das populações destas espécies e promoção de alternativas econômicas que viabilizem a manutenção e recomposição de fragmentos florestais.

## 2.4 CONCLUSÃO

A germinação das sementes e o crescimento inicial das plantas de *C. guianensis* foram afetados pelo processo de armazenamento das sementes, sendo o ambiente, água e areia os que mais influenciaram positivamente no crescimento da espécie quando semeadas após quatro dias de armazenamento em bandejas plásticas, apresentando uma porcentagem alta de germinação e sobrevivência comparada às plantas provenientes de sementes armazenadas em geladeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, D. B.; FERREIRA, F. A.; CECON, P. R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. *Planta Daninha, Viçosa*, v. 22, n. 1, p. 43-51, 2004.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 41 p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: Physiology of development and germination*. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 443p.

BONJOVANI, M. R.; BARBEDO, C. J. Sementes recalcitrantes: intolerantes a baixas temperaturas? Embriões recalcitrantes de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn. toleram temperatura sub-zero. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, p. 345-356, 2008.

BONNER, F. T. Storage of seeds. In: BONNER, F. T.; KARRFALT, R. P. (Ed.). *The woody plant seed manual*. Washington, DC, U.S.: Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, 2008. p. 85-95.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CARNEIRO, J. G. A. Armazenamento de sementes florestais. *FUPEF:Curitiba*, n. 14, 35p., 1985.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de Sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (ed.). Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, 1993. p.333-350.

DELOUCHE, J. C.; MATTHES, R. K.; DOUGHERTY, G. M.; BOYD, A. H. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. *Seed Science and Technology*, v.1, n.3, p.: 671-700. 1973.

EVANS, G. C. The quantitative analysis of plant growth. London: Blackwell Scientific, 1972. 734 p.

FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.; *Carapa procera*, D.C) Meliaceae. Manual de Sementes da Amazônia. 1.ed. Manaus: INPA, 2003. 6 p.

FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. Sementes e Plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C.): Aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. **Acta Amazonica**, v. 32, n.4, p.647-661. 2002.

FERRAZ, I. D. K.; SAMPAIO, P. T. B. Métodos simples de armazenamento das sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C. Meliaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.26, n.3, p.137-144, 1996.

FLORIANO, E. P. Armazenamento de sementes florestais. Santa Rosa –RS: ANORGS. 10p. UFSM. Armazenamento de sementes. 2004.

GUEDES, M. C.; SOUTO, E. B.; CORREA, C.; GOMES, H. S. R. Produção de sementes e óleo de andiroba em área de várzea do Amapá. In: Seminário do Projeto Kamukaia MANEJO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS NA AMAZÔNIA, Rio Branco, **Anais...**Rio Branco, 2008, p111-512.

HONG, T. D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. **Seed storage behaviour: a compendium**. Rome: IPGRI, 1996.

HUNTER, J.R.; ERICKSON, A.E. Relation of seed germination to soil moisture tension. *Agronomy Journal*, Madison, v.44, p.107-109, 1952.

JORDÃO, A.L.; SILVA, R. A. Guia de pragas agrícolas para o manejo integrado no Estado do Amapá, Ribeirão Preto, Editora Holos, 2006, 182p.

KING, M.W.; ROBERTS, E.H. The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches. Rome: IBPGR, 1979. 96p.

LOPES, M. M. M.; CARVALHO-OKANO, R. M. de; SOUZA, A. L.; PAIVA, H. N. de. Crescimento de mudas de cipó-cravo (*Tynanthus fasciculatus* Miers), uma liana com potencial medicinal. **Revista Árvore** [online], v.32, n.2, p. 211-216. 2008.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, p.: 176-177. 1962.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 2005.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1986, Piracicaba, SP. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.

MELO, J. T.; RIBEIRO, J. F.; LIMA, V. L. G. F. Germinação de sementes de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, n.2, p.8-12, 1979.

MOREIRA, M. S.; MELO, M. S. C. de; CARVALHO, S. J. F. CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento diferencial de biótipos de *Conyza* SPP. resistente e suscetível ao herbicida glifosato. **Bragantia** [online], v.69, n.3, p.591-598. 2010.

NEVES, C. S. V. J. Sementes recalcitrantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1459-1467, 1994.

NOGUEIRA, A. C. Coleta, manejo, armazenamento e dormência de sementes. In: GALVÃO, A.P.M.; MEDEIROS A.C.de S. (Org.). A restauração da Mata Atlântica em Áreas de sua Primitiva Ocorrência Natural. Colombo: Embrapa Florestas, 2002, p. 4552.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. de S. Coleta de Sementes Florestais Nativas. Circular Técnica, Colombo: Embrapa Florestas, n. 144, 2007. 11p

PÁDUA, G. P. de; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANÇA NETO, J. de B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3 p. 009-016. 2010.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

REIS, M. G. F.; REIS, G. G. dos; REGAZZI, A. J.; LELES, P. S. dos S. Crescimento e forma de fuste de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, v. 15, n.1, p. 23-34. 1991.

RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. Seedling Processing, Storage and Outplanting, v. 7, Agriculture Handbook. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2010. cap. 2. p. 17-81.

SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização, Manaus, INPA, Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, p. 243-251. 2000.

UFSM. Armazenamento de sementes. [Santa Maria]: UFSM, 2004. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/sementes/>>. Acesso em: 7 set 2014.

VIANNA, N. G. Conservação de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.). Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1982. 10 p. (EMBRAPA-CPATU. Circular técnica, 34)

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

### 3 Efeito do ambiente de armazenamento de sementes sobre o rendimento e composição química do óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.- Meliaceae)<sup>1</sup>

Medeiros, A.P.R.; Lameira, O.A.; Yoshioka e Silva, C.Y.; Monfort, L.E.F.

**RESUMO:** O objetivo dessa pesquisa é avaliar o efeito do ambiente de armazenamento de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. no rendimento e na composição química do óleo. Foram testados quatro ambientes de armazenamento de sementes de *C. guianensis* por um período de doze dias. Registrou-se o rendimento do óleo após trinta dias em uma proveta graduada de 1000 mL comparando-o com as massas iniciais proveniente de cada ambiente de armazenamento. O rendimento do óleo de sementes provenientes do armazenamento em areia e água obtiveram maiores valores comparado ao proveniente de sementes armazenadas em ambiente natural e geladeira. A cromatografia da amostra dos óleos não apresentou uma satisfatória separação dos óleos de *C. guianensis*, porém notou-se uma tendência de formação de dois grupos que diferenciam as amostras quanto ao tipo de ambiente de armazenamento de sementes utilizadas. O resultado obtido neste experimento demonstrou que o rendimento e composição química do óleo dessa espécie é sensível ao processo de armazenamento de suas sementes.

**Palavras chave:** Armazenamento de sementes, *C. guianensis*, extração do óleo

**ABSTRACT:** The objective of this research is to evaluate the effect of *Carapa guianensis* Aubl. seed storage environment yield and oil chemical composition. Four *C. guianensis* seed storage environment were tested for a period of twelve days. Registered oil yield after thirty days in a graduated cylinder of 1000 ml comparing it with the initial weights from each storage room. The yield of storing seeds from oil sand and water had higher values compared to from seeds stored in a natural environment and refrigerator. The sample chromatography oils did not provide a satisfactory separation of *C. guianensis* oils, but there has been a tendency to form two groups that differentiate samples of the type of seed used storage environment. The result obtained in this experiment showed that the yield and chemical composition of the oil of this species is sensitive to storage process its seeds.

**Keywords:** Seed storage, *C. guianensis*, extraction of oil

---

<sup>1</sup> Este capítulo segue as normas de apresentação da Revista Brasileira de Plantas Mediciniais

### 3.1 INTRODUÇÃO

A *C. guianensis* (andirobeira) é uma espécie de múltiplos usos, tanto como fonte de madeira como dos seus frutos, o qual possui alto valor econômico para comunidades, pois o óleo extraído das sementes é um dos produtos medicinais mais comercializados na Amazônia (Vasconcelos et al., 2008). As sementes de *C. guianensis* liberam um óleo de coloração amarela, sabor amargo e em temperaturas inferiores a 25°C, solidifica-se.

Muito procurado pelas indústrias cosméticas e farmacêuticas em função de suas propriedades antisséptica, antiinflamatórias, cicatrizantes e emolientes (Silveira, 2003). Apesar da alta densidade da planta e do elevado interesse de mercado, ainda existe pouca informação sobre os aspectos econômicos e ecológicos a cerca da colheita de sementes e do processamento do óleo de *C. guianensis* Aubl. (Plowden, 2004).

Mendonça & Ferraz (2007) relatam que o processo tradicional de extração do óleo de *C. guianensis* é longo e complexo. E em função das mudanças sociais associadas à praticidade de novas tecnologias de extração do óleo, como a prensa, têm contribuído para perda do conhecimento do processo tradicional em algumas comunidades, a qual é comumente transmitida pela oralidade dos mais velhos, todavia ainda há pessoas que realizam a extração tradicional, principalmente, em localidades isoladas, sem eletricidade, e com escassez de bens e serviços.

A extração manual do óleo é um processo simples, feito na residência, geralmente por mulheres, onde as sementes são fervidas, descascadas e colocadas ao sol para o escoamento do óleo em uma superfície inclinada (Leite et al., 1998). Conforme Mendonça & Ferraz (2007) o último passo da

extração do óleo pode ser realizado de várias formas: ao sol, a sombra ou ainda com o Tipiti (prensa típica da Amazônia).

O óleo extraído é muito sensível, se altera facilmente após a extração. Além do seu rendimento, suas características físico-químicas também são modificadas, principalmente com relação ao índice de acidez, que quando exposto ao sol o índice de acidez pode ser intensificado podendo alcançar cerca de 90% (Silva et al., 2011). Conforme Queiroz (2007), cada árvore de *C. guianensis* produz em média de 10 até 100 kg de sementes, onde o rendimento máximo é de 100 mL por quilo de semente. Dessa maneira, o objetivo dessa pesquisa é avaliar o efeito do ambiente e do tempo de armazenamento de sementes de *C. guianensis* no rendimento e na composição química do óleo.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no viveiro do horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Belém, Pará, no período de julho a outubro de 2014. O município localiza-se na região Norte do país, apresenta clima quente e úmido, com precipitação anual de 2.800 mm, temperatura média de 26°C e máxima de 31°C. O clima é do tipo Afi (quente e úmido), com chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

Foram utilizadas sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), colhidas embaixo da árvore-mãe e próximas a ela, na primeira semana do mês de julho de 2014. Logo após a coleta realizou-se a seleção das sementes aptas à extração, cujos critérios de descarte foram os já utilizados pelos extratores tradicionais, tais como: sementes furadas, roídas por mamíferos ou insetos, de peso leve e as com coloração da casca muito escura. Dessas foram selecionadas 360 sementes ao total, sendo dividida em quatro amostras de 90

sementes, as quais foram armazenadas em bandejas plásticas e acondicionadas em ambiente de geladeira (8°C), água, areia branca e ao ambiente natural (26°C) em período de doze dias de armazenamento até a extração do óleo.

Após o armazenamento, as sementes foram lavadas em água limpa e cozidas em lata de alumínio de 18 litros (Figura 6A) por tratamento até amolecerem, aproximadamente por 1h de duração. Na sequência as sementes foram retiradas da água e armazenadas em uma bandeja de plástico, cobertas por jornal, por 30 dias de repouso (Figura 6B). Em seguida, todas as sementes foram abertas com uma faca, sendo retirada a massa do seu interior e inicialmente guardadas em um saco plástico de 2 litros para cada tratamento em um período de 3 dias (Figura 6C). Após esse período a massa de cada tratamento foi depositada em uma bandeja e amassada manualmente até ficar homogênea, sendo, posteriormente feito “bolinhas” ou “pão”, como é popularmente conhecido pelos extrativistas tradicionais, e disposta na calha de PVC para o escoamento do óleo (Figura 6D). Durante os 30 dias estabelecidos o “pão” foi amassado com as mãos duas vezes ao dia durante os primeiro vinte dias, e uma vez ao dia durante os dez dias restante do experimento.



**Figura 6.** A) Cozimento das sementes. B) Armazenamento das sementes cozidas. C) Armazenamento das massas. D) Disposição das massas em forma de “bolinha” nas calhas.

**Fonte:** Autora da pesquisa

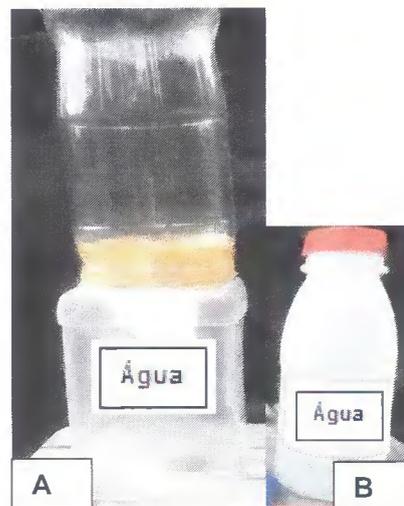
Comumente, os extratores de *C. guianensis* extraem o óleo a pleno sol ou à sombra (no interior de suas residências). Dessa forma, visando simular o ambiente normalmente utilizado nas comunidades foi construída uma cobertura de madeira revestida com plástico preto e teto de telha brasilit (Figura 7).



**Figura 7.** Cobertura de madeira para a extração de óleo.

**Fonte:** Autora da pesquisa

O armazenamento intermediário do óleo foi feito em recipientes de plástico semi-aberto, sendo a parte receptora superior confeccionada de garrafa plástica pet vedada com um filtro de “máscara descartável” na parte afunilada para a retenção das impurezas (Figura 8A). Para o armazenamento definitivo do óleo foi utilizado um frasco de plástico de 200 mL devidamente identificado de acordo com a origem do armazenamento (Figura 8B).



**Figura 8.** A) Recipientes de armazenamento intermediário. B) Recipiente de armazenamento definitivo.

**Fonte:** Autora da pesquisa

O rendimento de produção do óleo de semente de *C. guianensis* foi realizado aos 30 dias com o auxílio de uma proveta graduada de 1.000 mL, sendo relacionado posteriormente com a massa inicial das sementes (Kg).

Para a realização da análise da composição química do óleo das sementes de *Carapa guianensis* foram utilizadas amostras de óleo do experimento constituído por quatro ambientes de armazenamento (geladeira, água, areia e testemunha) e mais três provenientes de locais diferentes (Feira do Ver-o-peso, Comunidade da Ilha do Combú e CextBERACA) para efeito de comparação.

As amostras foram analisadas por cromatografia líquida de ultra performance acoplada à espectrometria de massa. Para verificar a variação ocorrida na porcentagem dos componentes químicos foi utilizada uma alíquota de todas as amostras de óleo coletadas e analisadas no Laboratório de Cromatografia Líquida da Universidade Federal do Pará.

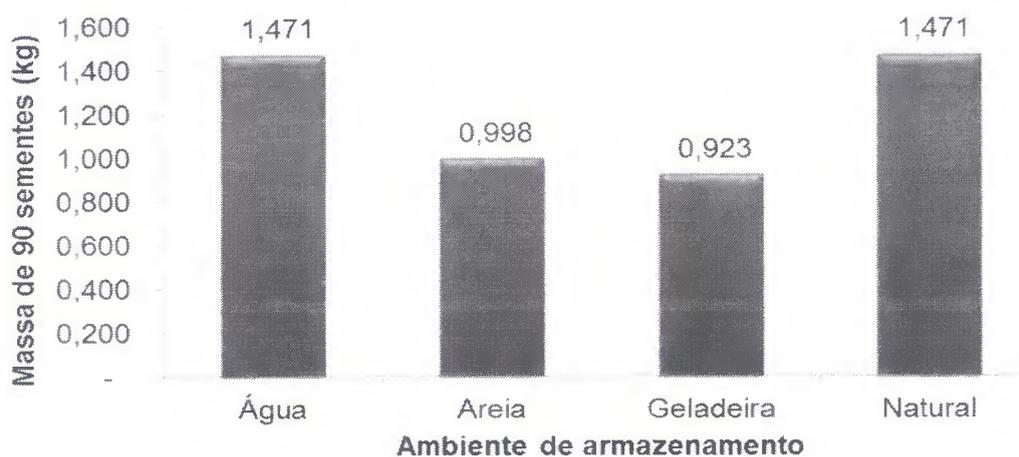
Uma alíquota de 100  $\mu\text{L}$  do óleo foi diluída em 2 mL de uma mistura hexano:acetato de etila (8:2 v/v) e inoculada em cartucho SPE de sílica (500 mg de fase estacionária, da marca Phenomenex) pré-condicionado com hexano. Cada amostra foi submetida a um volume de lavagem com 3 mL de uma mistura de hexano:acetato de etila 40%, após o qual sofreu extração com 3 mL de acetato de etila. As amostras foram secas e ressuspendidas em 2 mL de uma mistura de água:metanol 50% e filtradas em filtro de seringa de PVDF (fluoreto de Polivinilideno) de tamanho 0,22  $\mu\text{m}$  (Millipore Millex -GV). Após filtração, uma alíquota de 100  $\mu\text{L}$  de cada amostra foi diluída a 1000  $\mu\text{L}$  para injeção em LC-MS.

Os dados obtidos para a verificação do rendimento do óleo foi analisado pelo Software Microsoft Excel.2010. E os dados dos componentes químicos do óleo foram submetidos à análise multivariada, pela técnica de Análise por Componentes Principais (PCA), correlacionando e agrupando os dados dos componentes químicos em relação a seus percentuais mássicos.

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Houve variação nos valores de peso das 90 sementes submetidas aos diferentes ambientes de armazenamento (Figura 9), considerando o valor médio unitário da semente de 25,7g. As variáveis observadas apresentaram valores inferiores a 1,5kg, sendo o maior valor de 1,471 kg encontrado nos

ambientes de armazenamento água e natural. Apesar da homogeneização durante a seleção, este fato já era esperado, pois a grande variabilidade de tamanho e conteúdo seminal poderia influenciar essa variação.



**Figura 9.** Massa (kg) de 90 sementes de *C. guianensis* por ambiente de armazenamento.

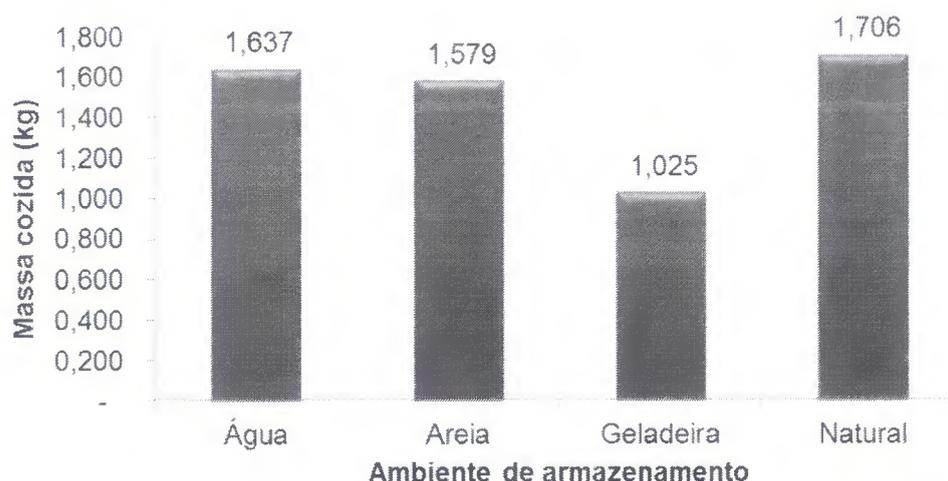
**Fonte:** Autora da pesquisa

Pantoja et al. (2007) ao realizarem o estudo para quantificar o teor de óleo das sementes de diferentes indivíduos de *C. guianensis*, encontraram grande variabilidade na massa de matéria das amêndoas, comparada aos dados biométricos das sementes.

O tamanho e o peso das sementes para algumas espécies podem ser considerados um indicativo de sua qualidade fisiológica, sendo que em um mesmo lote, sementes mais leves, normalmente, apresentam menor desempenho do que as mais pesadas, em decorrência da quantidade de reservas acumuladas e da formação do embrião (Santos Neto et al., 2009).

Conforme Barros (1986), quando as sementes atingem a maturidade, elas se desligam da planta-mãe e passam a consumir seu próprio material de reserva durante o processo respiratório.

Foi verificado que após as sementes serem cozidas houve um acréscimo médio de 0,272 kg em seu peso mássico (Figura 10), onde as sementes armazenadas em ambiente natural tiveram maior valor, sendo a maioria superior a 1,5kg com exceção daquelas armazenadas em ambiente de geladeira.



**Figura 10.** Massa cozida (kg) de 90 sementes de *C. guianensis* por ambiente de armazenamento.

**Fonte:** Autora da pesquisa

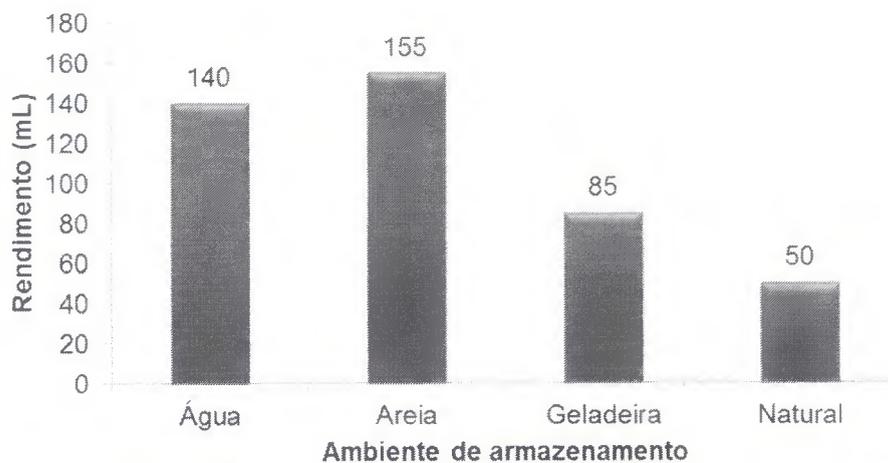
As massas obtidas após o cozimento das sementes de *C. guianensis* apresentaram diferença de coloração expressiva entre os ambientes, onde a massa retirada das sementes armazenadas no ambiente natural (testemunha) apresentou coloração avermelhada em relação às outras oriundas dos demais armazenamentos (Figura 11). Mendonça & Ferraz (2007) observaram durante o experimento com extração do óleo de *C. guianensis* uma mudança de cor na

massa no início da extração do óleo apresentando uma cor bege a rosa claro e no final da extração uma cor marrom que ao ser amassada esfarelou nas mãos, fato este não observado no presente estudo.



**Figura 11.** Coloração das massas obtidas após cozimento das sementes  
**Fonte:** Autora da pesquisa

A variação no rendimento de óleo obtido de *C. guianensis* apresentado na Figura 12 variou de 50 mL para a testemunha a 155 mL para o armazenamento das sementes na condição de ambiente areia por um período de 30 dias. O segundo maior rendimento foi encontrado no óleo proveniente de sementes armazenadas em água representado por 140 mL. E o penúltimo rendimento de óleo de *C. guianensis* representado por 85 mL de óleo no ambiente geladeira. Esta variação ocorre provavelmente em função ao conteúdo mássico das sementes e/ou por fatores de microambiente, como a temperatura.

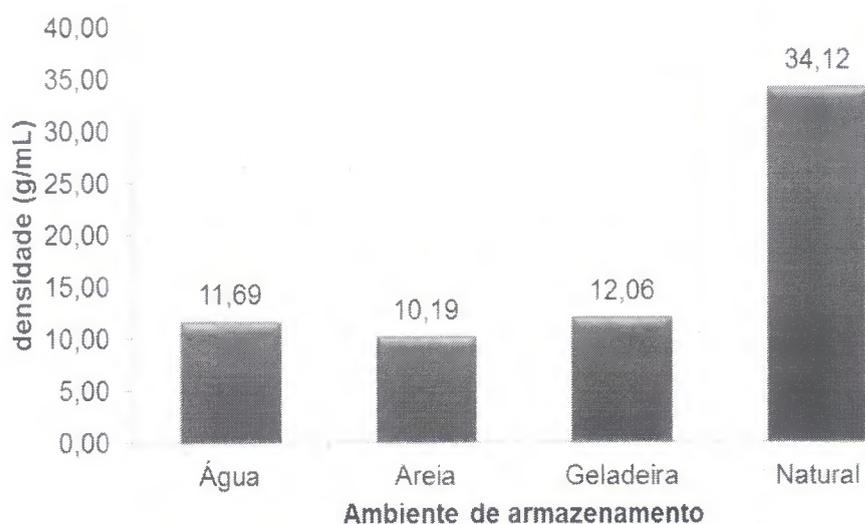


**Figura 12.** Rendimento (mL) do óleo de *C. guianensis* após as sementes serem submetidas a diferentes ambiente de armazenamento.

**Fonte:** Autora da pesquisa

Constatou-se que as sementes que foram armazenadas no ambiente areia, água e geladeira, respectivamente, apresentaram menores densidade em relação ao seu conteúdo mássico e volume de óleo extraído (Figura 13). O que corrobora com a teoria de densidade, que pressupõem que quanto maior for o volume, menor será a densidade do material. A exposição da massa para a extração do óleo em “sistema de estufa” durante o processo pode ter influenciado na expansão do volume, pelo fenômeno de dilatação, onde maiores temperaturas aceleram o grau de agitação das partículas moleculares, expandindo o seu volume.

A dilatação de um material em decorrência da elevação da temperatura é uma consequência do aumento da sua energia interna, que determina uma maior amplitude das vibrações moleculares e, portanto, uma maior distância média entre os constituintes moleculares (Frade, 2010). Canciam (2013) estudando a dilatação volumétrica do óleo castanha de caju concluiu que a cada 1 grau de acréscimo de temperatura, o aumento do volume do seu óleo bruto varia de 0,046 a 0,047%.



**Figura 13-** Densidade ( $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) do óleo de *C. guianensis* após as sementes serem submetidas a diferentes ambiente de armazenamento.

**Fonte:** Autora da pesquisa

Quanto a coloração do óleo obtido, foi observado uma diferença nos provenientes de sementes armazenadas em ambiente água, o qual apresentou coloração mais forte em relação aos óleos do ambiente natural (testemunha), geladeira e areia, esse último sendo mais transparente (Figura 14).



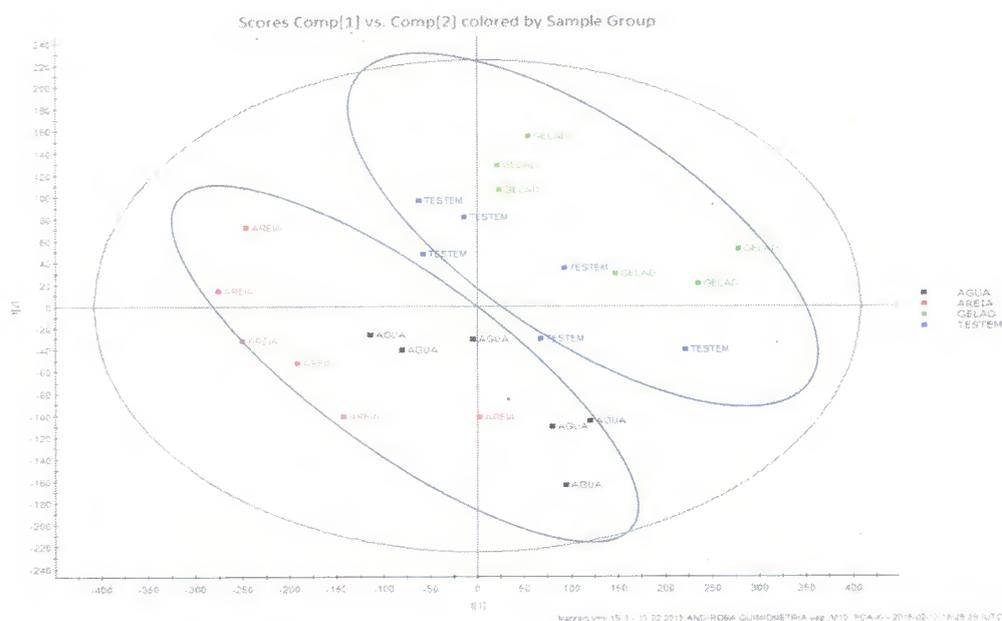
**Figura 14-**Coloração do óleo de *C. guianensis* de sementes armazenadas em diferentes ambientes.

A areia por ser um material inerte e com porosidades entre suas partículas pode ter influenciado na estrutura seminal durante o armazenamento

das sementes, acelerando a fermentação da mesma e induzido a transparência do óleo, contudo todos não apresentaram a solidificação de resíduos no fundo do recipiente como é relatado por vários estudos sobre extração do óleo de *C. guianensis*.

Em relação à composição química do óleo de *C. guianenses* é possível verificar que as amostras foram agrupadas quimicamente em dois grupos que representa todas as amostras analisadas, uma vez que seus cromatogramas diferem apenas em concentração dos componentes.

Analisando o gráfico resultante do PCA (Figura 15) é possível observar que não se obteve uma satisfatória separação dos óleos de *C. guianensis*, porém nota-se uma tendência de formação de dois grupos que diferenciam as amostras quanto ao tipo de ambiente de armazenamento de sementes utilizadas. Observa-se que as amostras dos óleos oriundos das sementes armazenadas na areia e água apresentam semelhanças entre si e são variáveis dependentes em relação mássica, contudo dentro deste grupo foi possível verificar uma dispersão de algumas amostras. O outro grupo é constituído pelos percentuais mássicos dos ambientes testemunha e geladeira, evidenciando familiaridade na composição química de suas massas, apresentando também dispersão para algumas amostras. Esses resultados podem indicar maiores influencia dos métodos de armazenamento na composição química do óleo da *C. guianensis*.

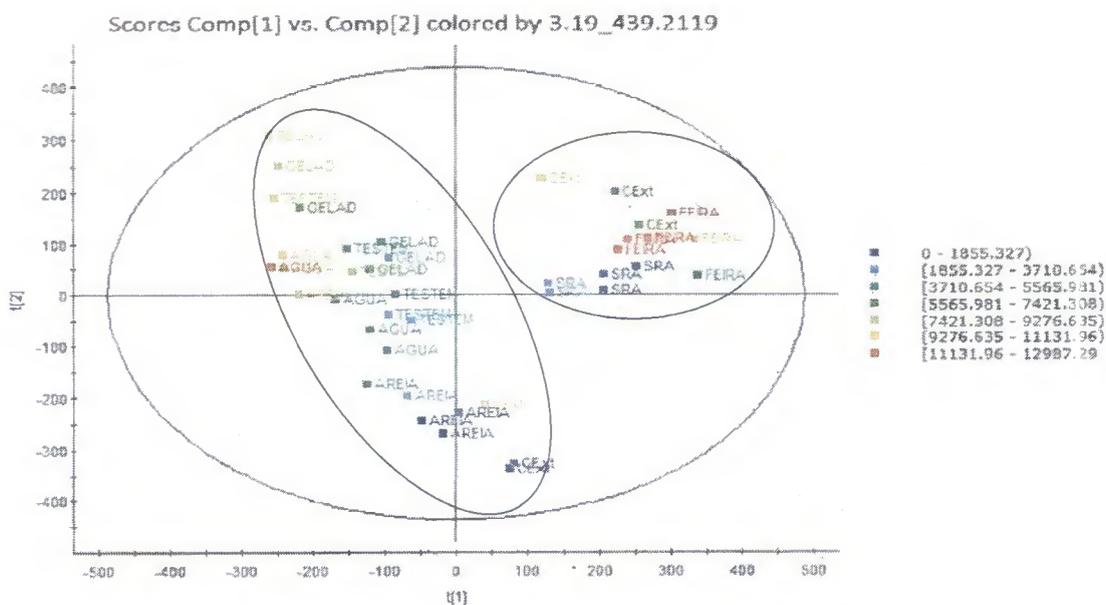


**Figura 15.** Gráfico resultante do PCA para as análises cromatográficas do óleo de *C. guianensis* obtido em diferentes ambiente de armazenamento de sementes.

**Fonte:** Autora da pesquisa

Já no gráfico resultante do PCA que compara as amostras do experimento com amostras de outros locais (Figura 16) é possível observar que as amostras de óleo do presente experimento (areia, água, geladeira e testemunha) separam-se significativamente das amostras externas utilizadas (Cextberaca, Combú e Feira Ver-o-peso) mostrando assim possuírem características distintas entre si.

O escore PC2 separa os óleos com maiores concentrações de substancias químicas em valores positivos e em valores negativos, os provenientes dos tratamentos água, testemunha e areia são os que se expressam em valores negativos e os demais em positivo. Dessa forma, a separação dos óleos pode está associada ao fato de que cada óleo difere na composição, e percentual mássico dos seus componentes químicos.



**Figura 16.** Gráfico resultante do PCA para as análises cromatográficas do óleo de *C. guianensis* obtido em diferentes ambiente de armazenamento de sementes, comparadas com amostras externas do experimento.

**Fonte:** Autora da pesquisa

### 3.4 CONCLUSÃO

Os ambientes de armazenamento de sementes de *C. guianensis* exerceram influência no seu rendimento, apresentando menor volume de óleo em maiores percentuais mássicos. As análises por cromatografia permitiram concluir que é possível classificar e agrupar as amostras dos óleos em distintos grupos, identificando dessa forma diferenças e familiaridades existentes entre elas a partir de sua composição química.

### REFERÊNCIAS

BARROS, A. S. R. **Maturação e colheita de sementes.** In: CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord.). Atualização em produção de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.34-107.

CANCIAM, C.A. Estudo da dilatação volumétrica do óleo bruto de castanha de caju: predição do coeficiente de expansão térmica. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 10, n. 1, p. 630-638, 2013.

FRADE, J. M. C. B. C. **Conformação automática de formas complexas em vidro de mesa**. 2010. 327p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia dos Materiais)-Universidade de Aveiro, 2010.

LEITE, A.M.C.; HAY, J.D.; SILVA, M.F.F.; VALOIS, A.C.C. **Etnobiologia de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) na Amazônia Brasileira**. Comunicado Técnico N° 34: EMBRAPA. 1998. 1-12p.

MENDONÇA, A. P.; FERRAZ, I. D. K. Óleo de Andiroba: processo tradicional da extração, uso e aspectos sociais no estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônia**, v. 37, n.3, p.353 – 364, 2007.

PANTOJA, T. DE F.; PAULA, R. C. DE; SILVA, M. L. C. DA; CESARINO, F ; LUCIEN, V. G. Caracterização Biométrica e Teor de Óleo em Sementes de *Carapa guianensis* Aublet. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 321-323. 2007. (Nota Científica).

PLOWDEN, C. The Ecology and harvest of andiroba seeds for oil production in the Brazilian Amazon. **Conservation & Society**, v.2, n.2, p.251-270, 2004.

QUEIROZ, J. A. L. **Guia prático de manejo florestal para produção de frutos de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e de outros produtos de valor econômico no estado do Amapá: a floresta pode dar bons frutos**. Macapá: IEPA, 2007. p.38.

SANTOS NETO, A. L.; MEDEIROS FILHO, S.; BLANK, A. F.; SANTOS, V. R ; ARAÚJO, E. Influência do peso da semente e promotores químicos na qualidade fisiológica de sementes de sambacaitá. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.187-192, 2009.

SILVA, D. A. L.; SOARES, N, L.; FERNANDES, G. K. O.; SANTANA, M. F. S ; CORREA, A. P. P. Caracterização Físico-Química de Óleos de andiroba extraídos nos municípios do Acre e Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 51º, 2011, São Luiz/Ma. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2011/trabalhos/4/4-904-5460.htm>>. Acesso em: 07 mar. 2015.

SILVEIRA, B. I.; CARIOCA, C. R. F. Hidrólise de óleo de andiroba através da catalise ácida e básica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CATÁLISE, 12º, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2003.

VASCONCELOS, M. A. M.; MATTIETTO, R. A.; GÓNGALVEZ, A. C. S ; OLIVEIRA, P. S.; MOREIRA, P. I. O.; ALVES, S. M.; MOREIRA, D. K. T ;

FIGUEIREDO, J. G.; DANTAS, H. A. **Avaliação do processo de extração e caracterização do óleo e sementes de andiroba (*Carapa guianensis Aublet*)**. In: Conferência do subprograma de Ciência e Tecnologia SPCeT Fase II/PPG7, Belém, 2008.