



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**



**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BOTÂNICA  
TROPICAL**

**ADRIANO GONÇALVES PEREIRA**

**MORFOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES, DESENVOLVIMENTO PÓS-  
SEMINAL E DE PLÂNTULAS E FISIOLOGIA DE SEMENTES DE *Vouacapoua*  
*americana* AUBL. (LEGUMINOSAE)**

**BELÉM, PA**

**2017**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**



**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BOTÂNICA  
TROPICAL**

**ADRIANO GONÇALVES PEREIRA**

**MORFOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES, DESENVOLVIMENTO PÓS-  
SEMINAL E DE PLÂNTULAS E FISIOLOGIA DE SEMENTES DE *Vouacapoua*  
*americana* AUBL. (LEGUMINOSAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica Tropical para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Ely Simone Cajueiro Gurgel

**BELÉM, PA**

**2017**

---

Pereira, Adriano Gonçalves

Morfometria de frutos, sementes, do desenvolvimento pós-seminal e plântulas e fisiologia de sementes de *Vouacapoua americana* Aubl. (Leguminosae)/ Adriano Gonçalves Pereira – Belém, PA, 2017.

56 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica Tropical) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, 2017. Orientadora: Ely Simone Cajueiro Gurgel.

1. Biometria. 2. Morfologia. 3. Germinação. 4. Acapu. 5. Espécie madeireira. 6. Risco de extinção. 7. Identificação 8. Conservação.

---

**ADRIANO GONÇALVES PEREIRA**

**MORFOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES, DESENVOLVIMENTO PÓS-  
SEMINAL E DE PLÂNTULAS E FISIOLOGIA DE SEMENTES DE *Vouacapoua*  
*americana* AUBL. (LEGUMINOSAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica Tropical para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Ely Simone Cajueiro Gurgel

Aprovado em \_\_\_\_\_ de Fevereiro de 2017

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>a</sup>. Ely Simone Cajueiro Gurgel - Orientadora**  
**Museu Paraense Emilio Goeldi**

---

**Dr. Eniel David Cruz- 1º Examinador**  
**Embrapa Amazônia Oriental**

---

**Prof. Dr. Moacyr Bernadino Dias Filho - 2º Examinador**  
**Embrapa Amazônia Oriental**

---

**Prof. Dra. Flávia Cristina Araújo Lucas – 3ª Examinadora**  
**Universidade Estadual do Pará**

---

**Prof. Dr. João Ubiratan Moreira dos Santos – 4º Examinador**  
**Universidade Federal Rural da Amazônia**

**BELÉM, PA**

**2017**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus familiares, em especial, minha mãe, pelo esforço e apoio durante minha vida estudantil.

À minha princesinha (Ana Beatriz) por dar sentido à minha existência.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela saúde, sabedoria e por iluminar meu caminho e me conduzir até aqui.

Aos meus pais pela criação e ensinamentos.

A Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi pela oportunidade do curso de mestrado.

A Dra. Ely Simone Cajueiro Gurgel pelos ensinamentos, confiança, compreensão e paciência ao me orientar.

Ao Dr. Eniel David Cruz por ceder espaço e material do laboratório Propagação de Plantas da Embrapa Amazônia Oriental, assim como, pelas coletas de material, fornecimento de dados, orientação, conselhos, acessibilidade, apoio, amizade e transmissão de seus conhecimentos.

Ao pessoal do laboratório de propagação Plantas da Embrapa Amazônia Oriental (Marcos e seu Armínio) pela amizade e ajuda. Mas em especial, ao Marcos Vinícius pela ajuda nas coletas, instalação e condução dos experimentos.

À minha amada Hellen pela dedicação e companheirismo.

Aos professores pelos valiosos ensinamentos.

Aos amigos que conquistei durante o curso.

Aos amigos de farda que nos momentos em que precisei sempre estavam prontos a me ajudar.

Aqueles que não foram mencionados, mas que contribuíram para realização deste trabalho

**Agradeço a todos, pois se não fosse às contribuições de cada um, certamente esse trabalho não seria possível.**

**Muito obrigado!!**

## RESUMO

*Vouacapoua americana* Aubl. é considerada uma das essências madeireiras mais nobres e requisitadas da Amazônia, utilizada para construção civil e naval em Belém, Manaus e Santarém. Em função da grande exploração encontra-se em perigo de extinção, o que a torna foco para mais estudos, principalmente no que tange os estádios de desenvolvimento de suas estruturas reprodutivas e de estabelecimento. Neste contexto, verificou-se a necessidade de medir e caracterizar o fruto, a semente, as estruturas presentes durante o desenvolvimento pós-seminal, a plântula e a planta jovem, além de avaliar o processo germinativo de diferentes matrizes de *V. americana*. Os propágulos foram coletados sob solo, na área de projeção da copa de 23 matrizes, no município de Mojú-PA, local de ocorrência natural da espécie. Em seguida, os frutos foram transportados ao laboratório de propagação de plantas da Embrapa Amazônia Oriental. Para a biometria foi utilizado 50 frutos de cada matriz, mensurando-se o comprimento, a largura e a espessura com o auxílio de um paquímetro digital. Para avaliar o processo germinativo foi realizado teste de germinação com sementes de nove matrizes. Para a morfometria das estruturas presentes no desenvolvimento pós-seminal, bem como o de plântulas e plantas jovens, foram utilizadas 250 sementes de *V. americana*, distribuídas em 25 recipientes, cada um contendo 10 sementes. O material botânico de cada vaso foi retirado, aleatoriamente a cada dois dias para a realização da biometria e descrição morfológica. O fruto de *V. americana* é um legume simples, seco, deiscente, monospérmico e castanho claro, enquanto a semente é estenospérmica, oval, com testa castanho avermelhada. A protrusão da raiz ocorreu dois dias após a semeadura, eófilos e metafilos encontraram-se totalmente formados a partir do 34º e 70º dias, respectivamente. Os frutos apresentaram em média, 46,11 g, 67,56 mm de comprimento, 39,37 mm de largura e 40,39 mm de espessura. As sementes apresentaram em média, 33,98 g, 48,7 mm de comprimento, 34,55 mm de largura e 35,43 mm de espessura. Foram observadas variações entre as matrizes tanto em relação à biometria de frutos e sementes quanto à germinação. As sementes das matrizes apresentaram taxa germinativa entre 56 e 97%. Os resultados desse estudo podem colaborar com a identificação da *V. americana* em áreas de ocorrência natural, ajudar a compreender seu processo reprodutivo e auxiliar futuros trabalhos de melhoramento e conservação da espécie.

**Palavras-chave:** acapu, biometria, espécie madeireira, perigo de extinção

## ABSTRACT

*Vouacapoua americana* Aubl. Is considered one of the most noble and sought-after wood essences in the Amazon, used for civil and naval construction in Belém, Manaus and Santarém. Due to the great exploitation is in danger of extinction, which makes it focus for further studies, especially in the stages of development of their reproductive structures and establishment. In this context, it was verified the need to measure and characterize the fruit, the seed, the structures present during the post-seminal development, the seedling and the young plant, besides evaluating the germinative process of different *V. americana* matrices. The propagules were collected under soil, in the area of projection of the crown of 23 matrices, in the municipality of Mojú-PA, place of natural occurrence of the species. Afterwards, fruits were transported to the Embrapa Amazonia Oriental plant propagation laboratory. For the biometry and morphological description, 50 fruits of each matrix were used, measuring the length, width and thickness with the aid of a digital caliper. To evaluate the germination process, a germination test was performed with seeds from nine matrices. For the morphometry of the structures present in the post-seminal development, as well as that of seedlings and young plants, 250 *V. americana* seeds were used, distributed in 25 containers, each containing 10 seeds. The botanical material of each vase was removed, randomly every two days for biometry and morphological description. The fruit of *V. americana* is a simple, dry, dehiscent, monospermic and light brown, while the seed is estenospermic, oval, with a reddish brown forehead. Root protrusion occurred two days after sowing, and theophylls and metaphylls were fully formed from the 34th and 70th days, respectively. The fruits presented, on average, 46.11 g, 67.56 mm long, 39.37 mm wide and 40.39 mm thick. The seeds presented in average, 33.98 g, 48.7 mm long, 34.55 mm wide and 35.43 mm thick. Variations were observed between the matrices both in relation to fruit and seed biometry and germination. The seeds of the matrices presented a germinative rate between 56 and 97%. The results of this study can contribute to the identification of *V. americana* in areas of natural occurrence, to help understand its reproductive process and to help future breeding and conservation works.

**Keywords:** Acapu, biometrics, timber species, danger of extinction



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Comprimento do epicótilo (A), comprimento do hipocótilo (B), diâmetro do coleto (C) e comprimento da raiz principal (D) em plântulas de *V. americana*.....32
- Figura 2.** Etapas do desenvolvimento pós-seminal de *Vouacapoua americana* Aubl. A- protrusão da Raiz (02 dias); B- Desenvolvimento do epicótilo com a presença de catafilos (12 dias); C- surgimento dos eofilos (a partir de 14 dias); D- eofilos em desenvolvimento (18 dias); C- eofilos imaturos (20 dias); D- eofilos imaturos (24 dias); E- plântula com eofilos formados (a partir de 34 dias).....33
- Figura 3.** Caracterização de *V. americana*. A- região apical do epicótilo com catafilos apresentando glândulas na base; B- gema apical da plântula; C- Catafilo recém lançado; D- surgimento dos eofilos; E- filotaxia alterna dos eofilos; G- fruto do tipo legume; H- semente com formato oval. A,B,C,D= 0,5 cm; E,F,G=1cm. Gl- glândula, Eo- eofilo, Lc- lenticelas, Ct- catafilo, Pc- pecíolo, Es- estipula, Pv- pulvino, Tr- torção, Gm- gema lateral, Hp- hipocótilo, Hi- hilo.....34
- Figura 4.** Caracterização da Germinação de acapu na natureza. A- plântula em desenvolvimento no seu ambiente de ocorrência; B- Início da germinação com a semente dentro do fruto. C- cotilédone se libertando do pericarpo do fruto.....35
- Figura 5.** A- Planta jovem de acapu; B- folha completamente formada; C- face adaxial do folíolo; D- face abaxial do folíolo. A, B= 5 cm; C,D = 1cm. Ep- epicótilo, Eo- eofilo, Mf- metafilo, Rz- raiz.....35
- Figura 6.** A- Peso do fruto; B- comprimento do fruto; C- largura do fruto; D- espessura do fruto; E- peso das sementes; F- comprimento das sementes; G- largura das sementes; F- espessura das sementes.....49

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Dimensões, desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V.) de frutos e sementes em *V. americana* Aubl. (n=50).....32
- Tabela 2.** Valores médios do teor de água (TA), dias para iniciar a emergência (DIE). Plântulas normais (PN), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de matrizes de *V. americana* .....47
- Tabela 3.** Valores médios do teor de água, massa seca da parte aérea, massa seca da folha e massa seca da raiz de *V. americana*.....47

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	11
REFERENCIA.....	13
ARTIGO 1- MORFOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES, DO ESENVOLVIMENTO PÓS- SEMINAL E DE PLÂNTULAS DE <i>Vouacapoua americana</i> AUBL. (LEGUMINOSAE) .....	15
INTRODUÇÃO.....	178
MATERIAL E MÉTODOS.....	188
RESULTADOS.....	21
DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÃO.....	28
REFERENCIAS .....	28
ARTIGO 2- BIOMETRIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES MATRIZES DE ACAPU ( <i>Voucapoua americana</i> Aubl.) .....	36
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÃO.....	41
REFERENCIAS.....	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
ANEXO (Normas da Revista Acta Amazônica).....	50

## INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos houve um aumento no estudo do comportamento germinativo e da análise de sementes de plantas nativas, contudo, ainda há carência de informações sobre tais espécies (ALVES et al., 2007). E a busca de metodologias para análise de sementes florestais desempenha papel fundamental na pesquisa científica e em áreas afins, em que o conhecimento dos principais processos envolvidos na germinação de sementes de espécies nativas é de vital importância para a preservação e multiplicação das espécies ameaçadas, assim como das demais espécies em programas de reflorestamento (SMIDERLE e SOUSA, 2003).

Estudos biométricos, germinativos e descritivos sobre morfo-anatômica de plantas de espécies nativas são importantes, pois fornecem informações úteis à produção e controle de mudas florestais, ao manejo, bem como na identificação taxonômica no campo (BARBOSA e SANTIAGO). Os estudos morfológicos de sementes e plântulas nos estágios iniciais de desenvolvimento contribuem para melhorar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies vegetais, servindo de subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental para uma melhor compreensão do processo de estabelecimento da planta em condições naturais da floresta (GUERRA e GALÃO, 2006).

Entretanto, na Amazônia poucos trabalhos têm sido desenvolvidos nesta área de conhecimento, gerando uma lacuna e limitando a execução de determinadas pesquisas, como inventário, auto-ecologia das espécies e estudos da regeneração natural, (GURGEL, BASTOS E SANTOS, 2006).

*Vouacapoua americana* Aubl. pertencente a família Leguminosae, subfamília Caesalpinioideae, conhecida popularmente como acapu. Ocorre no Suriname, Guiana Francesa, Guiana Inglesa e no Brasil, onde tem ocorrência registrada nos estados do Pará, Amapá, Amazonas e Maranhão (VIANA, 2011). É encontrada em áreas de mata de terra firme, crescendo próxima a margens dos rios em solos argilosos ou silico-argilosos bem supridos de água (SILVA; LEÃO, 2006).

É uma espécie clímax tolerante à sombra que se instala como secundária tardia no processo de sucessão, atingindo dossel quando adulta (MAUES; SANTOS, 2003). Apresenta árvores de grande porte, atingindo de 30 a 40 metros de altura e ocupando estrato dominante da floresta (SANTOS; JARDIM, 2012). O tronco é ereto e cilíndrico sem sapopemas basais, com casca fina, cinza, lisa, apresentando depressões características (SILVA; LEÃO, 2006).

No estado do Pará, floresce nos meses de janeiro e fevereiro, frutifica nos meses de março e abril, e a disseminação dos frutos acontece nos meses de maio e junho (VIANA et al., 2011). O fruto é um legume deiscente, obovado, com pericarpo espesso, externamente verrugoso, longitudinalmente sulcado (LOUREIRO, 1979), com uma única semente (SANTOS; JARDIM, 2012). A dispersão é inicialmente por gravidade (barocórica), com dispersão secundária realizada por grandes mamíferos (SILVA;LEÃO, 2006), geralmente a curta distância (SANTOS; JARDIM, 2012).

*V. americana* é muito conhecida pela qualidade e durabilidade de sua madeira, sendo considerada como uma das essências madeireiras mais nobres e requisitadas da Amazônia, e consequentemente isso tem feito com que a mesma seja alvo de grande exploração e causando uma redução em suas reservas (SOUZA et al., 2011). Em virtude da madeira dessa espécie ser utilizada como tutor em plantios de pimenta do reino, bem como, para a construção de cerca, carpintaria (construção civil e naval), marcenaria, produção de tacos, assoalhos, bilhar e outros objetos decorativos (RIZZINI, 1990; RIZZINI, MORS, 1995).

Essa espécie é citada em perigo de extinção na lista oficial da flora (BRASIL, 2014). É somente nos últimos 10 anos, esta entre as 30 espécies madeireiras mais exploradas no estado do Pará (PARÀ, 2016).

Na literatura atual, praticamente não existem estudos que abordem detalhadamente todos os aspectos morfométricos sobre frutos, sementes e principalmente sobre as plântulas de acapu. As informações disponíveis retratam principalmente as características de uso e durabilidade da madeira.

Diante deste cenário, é necessário que estudos sejam desenvolvidos, no intuito de gerar informações que possibilitem ampliar o conhecimento sobre suas estruturas reprodutivas e, consequentemente contribuir com sua conservação.

Neste contexto, verificou-se a necessidade de medir e caracterizar o fruto, a semente, as estruturas presentes durante o desenvolvimento pós-seminal, a plântula e a planta jovem de *V. americana*, além de avaliar o processo germinativo de diferentes matrizes dessa espécie.

## REFERENCIAS

- ALVES; A.F. GUERRA, M.E.C; FILHO, S.M. Superação de dormência de sementes de braúna (*Schinopsis brasiliense* Engl.). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.74-77, 2007.
- BARRETTO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.
- BRASIL. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial [da] União, 18 dez. 2014. Seção 1, p. 110-121.
- GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n 4, p. 322-328, 2006.
- GURGEL, E. S. C.; BASTOS, M. N. C.; SANTOS, J. U. M. Análise morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Cassia lucens* Vogel (vermelhinho) Leguminosae Caesalpinoideae.; Workshop de Avaliação Técnica e Científica da Rede CT Petro Amazônia: II Workshop da Rede CT Petro Amazônia, 1, ISBN: Português, Meio digital. 2006.
- MAUÉS, M. M.; SANTOS, L. F. C. dos. Fenologia, polinização e biologia reprodutiva de *Vouacapoua americana* Aubl. Leguminosae (acapu). In: **VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, 6., 2003, Fortaleza. Anais de trabalhos completos... Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003. p. 96-98.
- PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Extração e movimentação de toras de madeira nativa. 2010. Disponível em: <http://Users/ADRIAN~1/AppData/Local/Temp/ExtracaoComerciodeTorasdeMadeiraNativa porEssencia20consolidado-4.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2016.
- Portaria IBAMA nº 37-N, de 03 de Abril de 1992. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/179/\\_arquivos/179\\_05122008033627.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033627.pdf). Acessado em: 15/05 16.
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. Edgard Blucher, São Paulo, 1990.
- Rizzini, C.T.; Mors, W.B. **Botânica econômica brasileira**. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro, 1995.
- SANTOS, C. A. N. dos, JARDIM, F. C. da S. Dinâmica da regeneração natural de *Vouacapoua americana* com diâmetro <5 cm, influenciada por clareiras, em Moju, Pará. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 3, p. 495 - 508, jul./set. 2012.
- SILVA, S.; LEÃO, N.V.M. **Árvores da Amazônia**. Empresa das Artes, São Paulo, 2006. 243p.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P. Seed dormancy of paricarana tree (*Bowdichia virgilioides* Kunth) – Fabaceae – Papilionidae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 48-53, 2003.

SOUZA, L.A.de; APARICIO, P.da S.; APARICIO, W.C. da S. SOTTA, E.D.; GUEDES, M.C.; OLIVEIRA, L.P. dos S. **In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 5., 2011**, Santa Maria. Sustentabilidade florestal: [anais]. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2011. p. 679-685.

VIANA, C.A.dos; PAIVA, A.O.; JARDIM, C.V.; RIOS, M.N.S.; ROCHA, N.M.S. da; PINAGE, G.R.; ARIMORO, O.A.S.; SUGANUMA, E.; GUERRA, C.D.; ALVEZ, M.M.; PASTORE, J.F. **Plantas da Amazônia** : 450 espécies de uso geral. Brasília: Universidade de Brasília, Biblioteca Central, 2011. 3140p. Livro digital, disponível em: <http://leunb.bce.unb.br/>. Acessado em 20/06/15.

ARTIGO 1

**MORFOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES, DO DESENVOLVIMENTO PÓS-  
SEMINAL E DE PLÂNTULAS DE *Vouacapoua americana* AUBL. (LEGUMINOSAE).**

**Adriano Gonçalves Pereira<sup>1</sup> e Ely Simone Cajoeiro Gurgel<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo e Biólogo, Mestrando do Museu Paraense Emilio Goeldi/Universidade Federal Rural da Amazônia. Email: Adripere07@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheira agrônoma, Dra., Pesquisadora do Museu Paraense Emilio Goeldi.



MORFOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES, DO DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL  
E DE PLÂNTULAS DE *Vouacapoua americana* AUBL. (LEGUMINOSAE).

**Resumo**

*Vouacapoua americana* Aubl. é uma das espécies madeireiras mais nobres e requisitadas da Amazônia, utilizada para construção civil e naval e se encontra em perigo de extinção. O objetivo do presente estudo foi medir e caracterizar o fruto, a semente, as estruturas presentes durante o desenvolvimento pós-seminal, a plântula e a planta jovem. Os propágulos foram coletados sobre o solo em Mojú, Pará. Em seguida, transportados ao laboratório de propagação de plantas da Embrapa Amazônia Oriental. Foi medido o comprimento, a largura e a espessura de 50 frutos e 50 sementes. A descrição botânica foi realizada no laboratório de biotecnologia de propágulos e plântulas do Museu Paraense Emilio Goeldi. Para a caracterização dos estádios de desenvolvimento pós-seminal até a formação da planta jovem, foram utilizados 25 vasos contendo 10 sementes cada. A cada dois dias foi retirado, aleatoriamente, material botânico de um vaso para medir e descrever as estruturas. O fruto é um legume simples, seco, deiscente, monospermico, castanho claro com uma semente. A semente é estenospermica, oval, com testa castanho avermelhada. A germinação é fanerogeo, iniciando dois dias após a sementeira e os eófilos e metafilos estando formados a partir de 34 e 70 dias, respectivamente. O hilo é ventral e oval, a rafe e castanha escura, os cotilédones são ovais, grandes e carnosos. Os resultados podem facilitar a identificação de *V. americana* em áreas de ocorrência natural, ajudar na compreensão do processo reprodutivo e contribuir para a conservação da espécie.

**Palavras-chave:** acapu, conservação, espécie amazônica, germinação, identificação, perigo de extinção

**Abstract**

*Vouacapoua americana* Aubl. Is one of the most noble and sought-after timber species in the Amazon, used for civil and naval construction and is in danger of extinction. The objective of the present study was to measure and characterize the fruit, the seed, the structures present during the post-seminal development, the seedling and the young plant. The propagules were collected on the soil in Mojú, Pará. They were then transported to the plant propagation laboratory of Embrapa Amazônia Oriental. The length, width and thickness of 50 fruits and 50 seeds were measured. The botanical description was carried out in the biotechnology laboratory of propagules and seedlings of the Museu Paraense Emilio Goeldi. For the characterization of the stages of post-seminal development until the formation of the young plant, 25 pots containing 10 seeds each were used. Every two days a botanical material from a vessel was randomly taken to measure and describe the structures. The fruit is a simple, dry, dehiscent, monospermal, light brown with a seed. The seed is stenospermic, oval, with a reddish brown forehead. The germination is fanerogeous, beginning two days after sowing and the eófilos and metafilos being formed from 34 and 70 days, respectively. The yarn is ventral and oval, the raphe and dark brown, the cotyledons are oval, large and fleshy. The results can facilitate the identification of *V. americana* in areas of natural occurrence, help in the understanding of the reproductive process and contribute to the conservation of the species.

**Keywords:** Acapu, Amazonian species, conservation, germination, identification, endangered

## 48 INTRODUÇÃO

49 Estudos sobre a morfometria de frutos e sementes são importantes para a taxonomia,  
50 identificação de variedades e para verificar a ocorrência de variações fenotípicas nas  
51 associações com os fatores ambientais e genéticos (Cardoso e Lomônaco, 2003). Enquanto as  
52 investigações sobre a morfologia de plântulas em sua primeira fase de desenvolvimento, antes  
53 da produção das folhas definitivas, e importante por permitir a visualização de estruturas  
54 transitórias, primitivas ou derivadas, as quais desaparecem com o desenvolvimento da planta,  
55 mas que podem ter extraordinária relevância para se estabelecer conexões filogenéticas com  
56 os grupos em que os órgãos adultos apresentem tais características (Ricardi et al., 1977),  
57 assim como, auxiliar na identificação das espécies.

58 Entretanto, proporcionalmente, na Amazônia poucos trabalhos têm sido  
59 desenvolvidos com relação aos aspectos morfológicos do fruto, semente e plântulas e os  
60 herbários não dispõem de coleção de plântulas de referência e, conseqüentemente, do  
61 reconhecimento de um táxon, prejudicando consideravelmente a confiabilidade na  
62 identificação de plântulas (Gurgel et al., 2006). Além, de dificultar estudos relacionados à  
63 regeneração natural, às atividades silviculturais e à preservação de espécies, principalmente  
64 aquelas que correm risco de extinção (Barretto e Ferreira, 2011).

65 *Vouacapoua americana* Aubl. (Leguminosae-Caesalpinioideae), conhecida  
66 popularmente como acapu, é uma espécie arbórea de grande porte, que pode atingir 40 m de  
67 altura e ocupa estrato dominante na floresta (Santos e Jardim, 2012). A frutificação é  
68 plurianual – “*mast-fruiting*” – com ciclos de dois a três anos (Sabatier, 1985; Santos; Jardim,  
69 2012). No estado do Pará, floresce nos meses de janeiro e fevereiro, frutifica nos meses de  
70 março e abril, e a disseminação dos frutos acontece nos meses de maio e junho (Viana et al.,  
71 2011).

Essa espécie é uma das essências madeiras mais nobres e requisitadas da Amazônia, sendo utilizada para construção naval de barcos, assoalhos, caibros, esteios, vigas, perna mancás, tanoaria, dormentes, entalhes (Aragão e Almeida, 1997), construção de escoras de mina, laminados, lambril, postes, parquês, moveis e construção civil (Loureiro et al., 1979). As flores são muito apreciadas por abelhas e as sementes por animais caviomorfos, roedores que carregam o fruto ou semente para fora do raio da copa e enterram a semente (Caxiuanã, 2002),

Acapu encontra-se na situação de “perigo de extinção” (Brasil, 2014), onde a intensa exploração durante as últimas décadas provocou uma diminuição considerável na sua população natural, em algumas áreas do estado do Pará, principalmente nas regiões Sul e Sudeste (Aragão e Almeida, 1997). É somente nos últimos 10 anos, aproximadamente 190.325 m<sup>3</sup> de madeira foram extraídos no estado do Pará (Para, 2016).

Em virtude da importância que essa espécie apresenta e da suscetibilidade a extinção, com risco de desaparecer sem que ao menos se conheça de forma detalhada todas as características inerentes às estruturas reprodutivas e pós-germinativas.

Neste contexto, verificou-se a necessidade de medir e caracterizar o fruto, a semente, as estruturas presentes durante o desenvolvimento pós-seminal, a plântula e a planta jovem de *V. americana*, através da mensuração e da descrição macroscópica de suas estruturas, visando coletar dados que subsidiem o reconhecimento da espécie nas áreas de ocorrência natural, assim como, contribuir para futuros trabalhos conservacionistas da espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os propágulos foram coletados no Campus Experimental da Embrapa Amazônia Oriental entre as coordenadas geográficas de 02° 08' 14'' e 02° 12' 26'' de latitude Sul e 48°

96 47° 34' e 48° 48' 14" de longitude a Oeste de Greenwich, localizado no município de Mojú,  
97 Pará, área de ocorrência natural de *V. americana*.

98 Os frutos foram coletados, no raio de projeção da copa das 23 matrizes, sobre o solo  
99 e acondicionados em sacos plásticos de 50 kg, em seguida transportados ao laboratório de  
100 propagação de plantas da Embrapa Amazônia Oriental. Para a morfometria, retirou-se uma  
101 amostra contendo 50 frutos e 50 sementes, dos quais mensurou-se o comprimento, a largura e  
102 a espessura com o auxílio de um paquímetro digital. Todos os frutos mensurados  
103 apresentavam uma abertura na sutura dorsal.

104 A caracterização morfológica foi realizada visualmente e, quando necessário,  
105 complementada com o auxílio de estereomicroscópio Motic Digital Microscope DM 148,  
106 como para a região hilar e a descrição dos tricomas. As características morfológicas  
107 observadas foram: coloração externa e interna do fruto e semente, consistência, textura,  
108 pilosidade, superfície da testa, forma, posição do hilo, lente, micrópila, rafe e embrião.

109 Os frutos foram abertos manualmente, as sementes retiradas e colocadas de molho  
110 em hipoclorito de sódio (0,7%) por 5 minutos, para serem desinfetadas. Em seguida deixadas  
111 secar por 30 minutos em sala com temperatura constante de 20°C.

112 O experimento relacionado ao desenvolvimento pós-seminal foi desenvolvido no  
113 laboratório de propagação de plantas da Embrapa Amazônia Oriental e as observações e  
114 descrições do material botânico foi realizada no Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e  
115 Plântulas do Museu Paraense Emilio Goeldi.

116 Para a determinação do tipo de plúmula seguiu-se à terminologia proposta por  
117 Oliveira (1996), que se refere a quatro tipos: plúmula indiferenciada, quando não se observa  
118 qualquer diferenciação plumular, terminando o eixo embrionário imediatamente após a  
119 inserção dos cotilédones; plúmula rudimentar, quando existe pequeno relevo acima do nó  
120 cotiledonar, sem, contudo haver qualquer outra diferenciação; plúmula pouco diferenciada,

quando existe o relevo além do nó cotiledonar e alguma partição ou reentrância apical, sem, no entanto, apresentar nítidos primórdios foliares; e plúmula diferenciada, quando há primórdios foliares distinguíveis, podendo ocorrer diferenciação foliolar, estipular e/ou estipelar.

Morfologicamente, determinou-se como desenvolvimento pós-seminal, o período compreendido entre o intumescimento da semente até a separação parcial dos cotilédones, antes da expansão dos eófilos (Gurgel, 2009). Considerou-se plântula quando os eófilos apresentaram-se totalmente desenvolvidos (*sensu* Oliveira, 2001 e Duke; Polhill, 1981), e planta jovem a partir da formação do primeiro metafilo com sete ou mais folíolos, semelhante às folhas da planta adulta (Gurgel et al., 2006 a,b).

As características morfológicas analisadas foram: raiz (forma, coloração, superfície e pilosidade); coleto (forma, coloração e superfície); hypocótilo (forma, coloração, superfície, indumento, lenticelas, estrias e descamações); cotilédones (posição, inserção, forma, coloração, nervação, pecíolo e indumento); epicótilo (forma, coloração, superfície, indumento, presença de lenticelas e estípulas); eófilos e metafilos (prefolheação, filotaxia, forma, indumento, coloração, nervação, raque e pecíolo) (Gurgel, 2009).

Os parâmetros morfológicos analisados e descritos, bem como a nomenclatura, estão de acordo com os trabalhos de Martin (1946), Ducke (1965, 1969), Van DerPijl (1982), Gunn (1984,1991), Stern (1992), Garwood (1996), Oliveira (1993, 1999), Barroso et al., (1999), e Font-Quer (2000).

Os caracteres morfológicos dos frutos e sementes, desenvolvimento pós-seminal e das plântulas foram registrados com fotografias obtidas em câmera digital Fuji film e em estereomicroscópio binocular Motic Digital Microscope DM 148 com software Motic Imagens Plus 2.0 ML, para captura das imagens. A caracterização da coloração dos frutos,

sementes e das estruturas do desenvolvimento pós-seminal foram realizadas com o auxílio da carta de cores de Munsell (2007).

Antes da instalação dos testes, foi determinado o teor de água das sementes através do método da estufa a  $105\pm 3$  °C, durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009), utilizando-se dez repetições, com uma semente cada.

Para a morfometria das estruturas presentes nos estádios de desenvolvimento pós-seminal, até a formação da planta jovem, foram utilizados 25 recipientes, de 17 cm x 14 cm x 11 cm, contendo substrato constituído por areia e serragem curtida (1:1), em cada recipiente foram dispostas, a aproximadamente 1 cm de profundidade, 10 sementes. O experimento contou com 250 sementes (Silva, 2013 com adaptações).

A retirada das sementes germinadas deu-se a cada dois dias a partir do surgimento da raiz com 2 mm de comprimento, a fim de proceder à biometria da mesma, do hipocótilo e do epicótilo (Silva, 2013). Concomitantemente, foram feitas visitas diárias à casa de vegetação, para descrever detalhadamente as mudanças morfológicas, transcorridas entre a protrusão da raiz até a formação total dos metafilos.

Com os dados foram elaboradas curvas de crescimento de todas as estruturas medidas, através dos gráficos de dispersão do Microsoft Excel 2010, além da descrição morfológica dos mesmos, totalizando 70 dias de avaliação (Silva, 2013 com adaptações).

Amostras de plântulas e plantas jovens em diferentes fases de desenvolvimento foram conservadas em álcool (70%) para incorporação ao acervo do herbário João Murça Pires, do Museu Paraense Emilio Goeldi.

## RESULTADOS

Na Tabela 1, estão descritos os valores das variáveis analisadas em *V. americana*. Os frutos apresentam em média, 63,83 mm de comprimento, 39,74 mm de largura e 40,95 mm de

espessura. Enquanto as sementes apresentaram em média, 4,8 cm de comprimento, 3,4 cm de largura e 3,6 cm de espessura.

## MORFOLOGIA DO FRUTO

O **pendúculo** é redondo, lenhoso, curto, homocromo, com 5,11 mm de comprimento e 5,09 mm de diâmetro, com superfície sem brilho e glabra. São legumes do tipo simples, seco, deiscente, unilocular, monospérmico, raras vezes apresentando duas sementes, não separado por septos, unisseriado, marginal, estenospérmico, obovóide, ápice acuminado e apiculado, em média com 5,53mm de comprimento. A abertura inicial das valvas ocorre ao longo da sutura dorsal, não se torcendo e permanecendo fixa ao pedúnculo.

O Fruto maduro após se desprender da árvore apresenta coloração castanha clara (7.5YR5/10), tornando-se, com o passar do tempo, mais escuro (Figura 3F). O **Pericarpo** é seco, internamente opaco e coriáceo; externamente opaco, lígneo, irregular, com depressões rugosas. A **Dispersão** é autocórica. O **Funículo** é curto, seco, sublenhoso, rígido, de formato triangular, escuro e quase imperceptível.

## MORFOMETRIA DA SEMENTE

**Descrição externa:** A semente é estenospérmica, com forma oval, ápice afunilado, base arredondada, testa castanho avermelhado (2.5YR2/4) com pequenas manchas castanho escuras quase negras, lígnea, glabra, brilhante, com pequenas depressões (Figura 3G). A **região hilar** é ventral, próxima ao ápice da radícula, com hilo oval, escondido por resíduos do funículo, homócromo, castanho, pequeno em relação à semente, levemente deprimido em relação à testa. A **lente** é punctiforme, bem visível, homócrona, castanho escuro, rígida, saliente e delimita a área do hilo. A **rafe** é homócrona, castanha escura, se estendendo do hilo a base da semente. A **anti-rafe** é homócrona, castanha escura, se estendendo do hilo ao ápice.

**Descrição interna:** O embrião é axial, branco leitoso (2.5Y 9/2). Os cotilédones são grandes, carnosos, crassos, com epiderme amarelo pálida (2.5Y 9/4) e região interna branca leitosa (2.5Y 9/2), com forma oval, ápice arredondado a levemente acuminado e base arredondada. O eixo embrionário, localizado entre os lóbulos cotiledonares é reto, cônico, espesso, branco leitoso (2.5Y 9/2), radícula escondida no interior dos cotilédones. A plúmula é moderadamente desenvolvida e branco leitosa (2.5Y 9/2).

#### MORFOMETRIA DO DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL

Na Figura 1 está representada a evolução do crescimento do hipocótilo, onde o mesmo apresentou um incremento significativo em seu crescimento passando de 1,5 cm no 10<sup>o</sup> dia após a semeadura para 31,8 cm 24 dias após a semeadura (Figura 1A). Esse desenvolvimento iniciou no sexto dia após a semeadura e se tornou evidente a partir do oitavo dia quando ultrapassou a superfície do substrato. No hipocotilo (Figura 1B) e no diâmetro do coleto (Figura 1C), não foram observados incrementos durante o processo germinativo, ficando as duas estruturas a partir de seu surgimento com um crescimento praticamente zero. A raiz principal apresentou incremento contínuo de crescimento, chegando aos maiores comprimentos médios no 42<sup>o</sup> dia após a semeadura, quando obteve 34 cm de comprimento (Figura 1D).

**Descrição da germinação:** na natureza (Figura 4 A,B,C), a germinação inicia com as sementes ainda no interior dos frutos, uma vez que os mesmos são dispersos apresentando abertura das valvas na parte dorsal, o que não é suficiente para liberar as sementes de seu interior. Pela abertura ocorre a protrusão da raiz principal e posteriormente o desprendimento das valvas e liberação da plântula em desenvolvimento. A germinação é fanerocotiledonar, geopígea, carnosa com emergência reta com a região apical apresentando uma curvatura. Algumas gemas contidas nos catafilos da base do epicótilo, desenvolvem-se, dando a



impressão de poliembrionismo (Figura 3F), entretanto, pouco tempo depois secam e morrem. Com a hidratação a semente não aumenta seu volume. O teor de água das sementes no momento da semeadura foi de 55,8%. Dois dias após a semeadura ocorre o rompimento do tegumento na região hilar, com a raiz primaria apresentando-se cilíndrica, curta, glabra, reta, coloração branco amarelada (5Y 9/6), com 0,3 cm de comprimento. O período de **alongamento radicular** ocorreu do 2º ao 12º dia, quando houve o surgimento das raízes adventícias, enquanto o Hipocótilo praticamente não apresentou alongamento (Figura 3F).

#### MORFOMETRIA DA PLÂNTULA E DA PLANTA JOVEM

O **Sistema radicular** é do tipo pivotante, com raiz primaria axial, cilíndrica, sublenhosa, castanha com a coifa branco amarelada (5Y 9/6), delgada, glabra, um pouco mais fina no ápice, com várias raízes secundarias, não concorrendo em comprimento com a principal, com formato irregular e apresentando fissuras na epiderme. **Raízes secundarias** sem ramificação, sem pelos, sem odor, sem nódulos e com fissuras semelhantes à raiz principal. O **Coletó** não é evidente. O **Hipocótilo** fica ao nível do solo, cilíndrico, reto a levemente sinuoso, delgado, curto, sub-herbaceo, branco amarelado (2.5Y 9/4), glabro, com três pecíolos de cada lado que se ligam aos cotilédones. O **Epicótilo** com oito dias, após a semeadura, apresenta 0,6 cm de comprimento e ultrapassa o nível do solo, apresentando-se herbáceo, com coloração rosada (PB- 8.75 RP), com tricomas simples, hialinos, retos com ápice curvo na região apical; a medida que se desenvolve, torna-se esverdeado e depois castanho esverdeado, semi-lenhoso, glabro, com uma torção na base, cilíndrico, longo, reto e com muitas lenticelas. Os **Catafilos** (de 1 a 11) surgem oito dias após a semeadura, apresentando a coloração rosada (PB- 8.75 RP), forma triangular, alternos e entrando em senescência a partir do 44º dia após a semeadura (Figura 3A,C,F). As plântulas lançam o primeiro e segundo **Eofilo** (Figura 3D) 14 dias após a semeadura, dois dias depois lançam o

terceiro eófilo e a partir do 18º dia algumas lançam o quarto. Os eófilos surgem em média, com 1 cm de comprimento e apresentando coloração esverdeada (5GY 6/10), seis dias após o semeio apresentam-se totalmente castanhos (10R 3/6), com dez dias estão castanho esverdeado (10Y 4/8), com quatorze dias estão verde claros (5GY 7/8), vinte dias após seu surgimento estão totalmente expandidos, com coloração verde (5GY 4/8) e apresentando de 12 a 19 cm (Figura 2). O primeiro eófilo (12,5 a 19 cm) geralmente apresenta três folíolos mais largos e compridos que os demais; o segundo, o terceiro e o quarto eófilo (11,5 a 18 cm) apresentam cinco folíolos, raramente quatro, onde o primeiro par de folíolos é menor que os demais, compostos, imparipinados, alternos, face adaxial brilhosa (Figura 5C) e mais escura que a abaxial opaca (Figura 5D), ambas quando surgem apresentam muitos pelos simples e hialinos e quando totalmente expandidas glabras; valvar, penínérveo, oblongo, ápice acuminado, inteiro, glabro, base redonda. **Metafilo** (13 a 16,6 cm de comprimento) surgem em média, com 1,8 cm a partir de quarenta dias após a semeadura e apresentam as mesmas características dos eófilos, diferenciando-se apenas por apresentar sete folíolos, com 70 dias encontram-se totalmente expandido (Figura 5B).

Observou-se também que algumas plântulas lançam inicialmente apenas dois eófilos, e logo em seguida o metafilo propriamente dito, ou lançam novamente um eófilo ou os ramos jovens. Enquanto outras plântulas lançaram sequencialmente três eófilos, em seguida o metafilo ou ramos jovens, e nesses ramos ocorria o lançamento de folha com as mesmas características dos eófilos, com cinco folíolos.

A **Ráquis** é longa, cilíndrica, verde, levemente curvada, glabra e apresenta uma glândula secretora entre os peciólulos. **Pulvino** e o **pulvinulo** são verdes e achatados. O **Pecíolo** (5,9 a 13,5 cm de comprimento) é longo, cilíndrico, delgado, verde (5GY 5/10), glabro e apresenta na base interna duas glândulas secretoras, que quando surgem apresentam a

coloração arroxeada e depois ficam escuras (Figura 3E). O **peciólulo** (0,4 a 0,8 cm de comprimento) é verde e achatado.

## DISCUSSÃO

Para Barroso et al., (1999), o tipo de fruto mais frequente na família Leguminosae, subfamília Caesalpinioideae é o legume. A espécie *V. americana* também apresenta o mesmo tipo de fruto, embora deiscentes, não se abrem completamente para liberação da semente que ocorre somente quando a mesma inicia o processo germinativo ou provavelmente por ação de seus dispersores.

Os frutos e sementes apresentam variações com relação ao formato e tamanho, sendo necessário adotar um padrão de classificação que melhor represente a espécie. Como fez Barroso et al. (1999), que classificaram as sementes do gênero *Vouacapoua* Aubl. como obovóide com testa acastanhada nítida. Entretanto, o presente estudo verificou que as sementes de *V. americana* apresentam formato diferente do descrito para o gênero, sendo ovais com tegumento externo castanho avermelhado brilhante com manchas castanho escuras, distribuídas ao longo de toda a semente. Nos trabalhos de Loureiro et al., (1979), assim como de Araújo e Silva (2002), as sementes dessa espécie também foram classificadas como ovaladas.

A germinação de *V. americana* ocorre de forma rápida, iniciando a partir do segundo dia após a semeadura, com oito dias o epicótilo encontram-se ultrapassando o nível do solo, mas sem elevar os cotilédones. Segundo Eniel e Pereira (2016), a germinação dessa espécie é epigea, enquanto para Sousa et al., (2000) é hipógea e criptocotiledonar. No presente estudo, foi observado que a germinação é fanerogea, uma vez que, embora o semeio tenha sido realizado a um cm abaixo do nível do solo, os cotilédones foram elevados ao nível do substrato, abriram-se e tornaram-se opostos.

O hipocotilo é um caule reduzido que fica aderido aos cotilédones, dando a impressão de inexistente, ou quando visualizado confundido com raiz . Para visualizá-lo se faz necessário retirar os cotilédones. Em um estudo com nove espécies de *Protium* Burm., Melo et al., (2007) também observaram que o hipocótilo dessas espécies era reduzido ou nulo e os pirênios ficavam ao nível do solo.

Observou-se que o epicótilo quando surge apresenta coloração rosada é uma torção na base. Segundo Silva e Leão (2006), os troncos das árvores de acapu apresentam depressões características (SILVA; LEÃO, 2006), e a torção observada no epicótilo, é provavelmente quem originará essas depressões do caule, característica esta, que pode ser muito relevante para o reconhecimento e identificação não apenas da plântula no campo, mas principalmente das árvores adultas. Haja vista que, apenas pelo formato do caule é possível reconhecer uma árvore de acapu nos locais de ocorrência.

A raiz de acapu é do tipo axial, entretanto, foi observado a ocorrência de algumas plântulas apresentando raízes fasciculadas. Segundo as regras de análises de sementes (Brasil, 2009), tais plântulas, fora do padrão da espécie, devem ser consideradas anormais, por não mostrarem potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis.

Para Martins et al., (1999), a ocorrência de plântula anormal pode ser consequência de fatores genéticos, ambientais e práticas de manejo, esses fatores acarretam ausência, atrofia ou deformidades em seus órgãos vitais (raiz primária, hipocótilo e plúmula), que são difíceis ou impossíveis de serem superados. Além dessa anormalidade, foram observadas também raízes com fendas longitudinais na epiderme tanto da raiz principal como das raízes secundárias, não sendo possível afirmar se essa característica pode ser considerada anormalidade para a espécie ou mesmo uma especificidade ou adaptação, haja vista que, todas as plântulas apresentaram.

Para Gunn (1981) e Souza e Oliveira (2004), os principais caracteres externos empregados em estudos morfológicos são a forma, a coloração, a presença de cicatrizes ou apêndices; enquanto os internos são presença ou ausência de endosperma, número e posição dos cotilédones, quantidade e qualidade do material de reserva, tipo, forma, tamanho e posição do embrião.

Neste contexto, as observações realizadas quanto aos cotilédones de *V. americana*, permitiram classificá-los como grandes, carnosos e apresentando grande quantidade de reserva. Segundo Garwood (1996), espécies com cotilédones carnosos são geralmente adaptadas a localidades sombreadas, formando banco de plântulas que apresentam índice de sobrevivência mais alto. Essa característica pode ser considerada como um fator positivo a preservação da espécie, haja vista que, a mesma encontra-se em perigo de extinção (Brasil, 2014).

Alem disso, a fase de plântula é tida como crítica e pouco conhecida, pois, levando-se em consideração a enorme diversidade de espécies existentes em nossa flora, ainda são poucos os trabalhos sobre morfologia de plântulas de espécies arbóreas (DONADIO, 2000). E estudos sobre a morfologia de plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento serve de subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental para o processo de estabelecimento das plantas em condições naturais (BELTRATI, 1995).

## CONCLUSÃO

Os resultados das análises, descrições e ilustrações dos frutos, sementes, desenvolvimento pós-seminal e plântulas são homogêneos e confiáveis para auxiliar na identificação da espécie em áreas de ocorrência natural, assim como, podem facilitar a compreensão do processo germinativo desde a fase que antecede a germinação até a fase de planta jovem, além de poderem ajudar em futuros estudos conservacionistas da espécie.

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, I. L. G. de; ALMEIDA, S. S. de. Estrutura ecológica comparada de populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aubl., Caesalpiniaceae), em duas florestas de terra firme da Amazônia Oriental. In: Caxiuanã. LISBOA, P.L. (Org.). Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1997. p. 273-286.
- BARRETTO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.
- BARROSO, G. M. et al. 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa. 443 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- BRASIL. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial [da] União, 18 dez. 2014. Seção 1, p. 110-121.
- CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. Revista Brasileira de Botânica, v.26, n.1, p.131-140, 2003.
- CAXIUANÃ, populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica, organizado por Pedro, L.B. Lisboa- Belém Museu Paraense Emilio Goeldi, 2002. 734 p.
- CRUZ, E.D.; PEREIRA, A.G. Germinação de sementes de espécies amazônicas: acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.). Comunicado técnico, 288, Embrapa Amazônia Oriental, p.4, 2016.. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1059268>. Acesso em 05/01/17
- DUKE, J. A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. Ann. Missouri Bot. Gard., v. 52, n. 3, p. 314-350.
- DUKE, J. A. 1969. On tropical tree seedlings, systems and systematics. Ann. Missouri Bot. Gard., v. 56, n. 2, p. 135-161.
- FONT-QUER, P. 1963. Dicionário de Botânica. Barcelona: Labor. 1244 p.
- GARWOOD, N. C. 1983. Seed Germination in a Seasonal Tropical Forest in Panama: A Community Study. Ecological Monographs. by the Ecological Society of America. v. 53(2) pp. 159-181.
- GUNN, C. R. Fruits and seeds of genera in the sub-family Mimosoideae (Fabaceae). United States Department of Agriculture, Technical Bulletin, v. 1681. 1984.

- GUNN, C. R. Seed topography in the Fabaceae. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 9, n. 3, p. 737-75.
- GUNN, C. R. Seeds of Leguminosae. In: POLHILL, R.M.; RAVEN, P .H. (Ed.). *Advances in Legume Systematics*, v. 2. London: Royal Botanic Garden, Kew. 1981. p.913-925.
- GURGEL, E. S. C. Morfologia de frutos, sementes, germinação e plântulas de leguminosas presentes em uma vegetação de mata secundária na Amazônia Central. 2000.160 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas.
- GURGEL, E.S.C.; CARVALHO, A.C.M.; SANTOS, J.U.M.; SILVA, M.F. da. *Virola surinamensis* (Rol. Ex Rottb.) Warb. (Myristicaceae): aspectos morfológicos do fruto, semente, germinação e plântula. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, Belém, v. 1, n. 2, p. 37-46, maio-ago. 2006.
- KUNIYOSHI, Y. S. Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com araucária. 1983. 232 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- MARTIN, A. C. 1946. The comparative internal morphology of seeds. *Am. Midl. Nat.*, v. 36, n. 3, p. 513-660.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Efeito da posição da sementes no substrato e no crescimento inicial nas plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes - Palmae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n. 1, p. 164-173, 1999.
- OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas. In: AGUIAR, I.B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, p.175-214, 1993.
- OLIVEIRA, E.de C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA M.B. Propostas para a padronização de metodologias em análise de sementes florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, v.11, nos 1,2,3, p.1-42, 1996.
- PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Extração e movimentação de toras de madeira nativa. 2010. Disponível em: <http://Users/ADRIAN~1/AppData/Local/Temp/ExtracaoComercio deTorasde MadeiraNativaporEssencia20consolidado-4.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2016
- RADFORD, A. E. et al. 1974. *Vascular plants systematics*. New York: Harper and Row. 877p.
- RICARDI, M.; TORRES, F.; HERNÁNDEZ, C.; QUINTERO, R. 1977. Morfologia de plantulas de arboles venezolanos. I. *Revista Florestal Venezolana* 27: 15-56
- RODERJAN, C. V. Morfologia do estágio juvenil de 24 espécies arbóreas de uma floresta com araucária. 1983. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

SABATIER, D. Saisonnalité et déterminisme du pic de fructification en forêt guyanaise. *Revue d'Ecologie*, v. 2, n. 40, p. 289 - 320, 1985.

SANTOS, C. A. N. dos, JARDIM, F. C. da S. Dinâmica da regeneração natural de *Vouacapoua americana* com diâmetro <5 cm, influenciada por clareiras, em Moju, Pará. *Revista Floresta*, Curitiba, PR, v. 42, n. 3, p. 495 - 508, jul./set. 2012.

SILVA, S.; LEÃO, N.V.M. Árvores da Amazônia. Empresa das Artes, São Paulo, 2006. 243p.

SOUZA, L. A. G. de. Acapu (*Vouacapoua americana*). In: CLAY, J. W.; CLEMENT, C. R.; SAMPAIO, P. de T. B. (Ed.). Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização. Manaus: INPA: SEBRAE, 1999. p. 317-324.

SOUZA, L. A.; OLIVEIRA, J. H. G. Morfologia e anatomia das plântulas de *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb e *T. chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Standl. (Bignoniaceae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v. 26, n.2, p. 217-226, 2004.

STERN, W. T. 1992. Botanical latin: history, grammar, syntax, terminology and vocabulary. New York: Ed. Hafner Publishing Company. 566 p.

Systematics association Committee for Descriptive Terminology. 1962. Terminology of simple symmetrical plane shapes (chart 1). [S.l.:s.n.]. p. 104-109. (Taxon, 9).

The MUNSELL book of color. Apand Rapids: Munsell Color, 2007. V.2. Não paginado.

VAN DER PIJL, L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3. ed. Berlin: Springer-Verlag. 162 p.

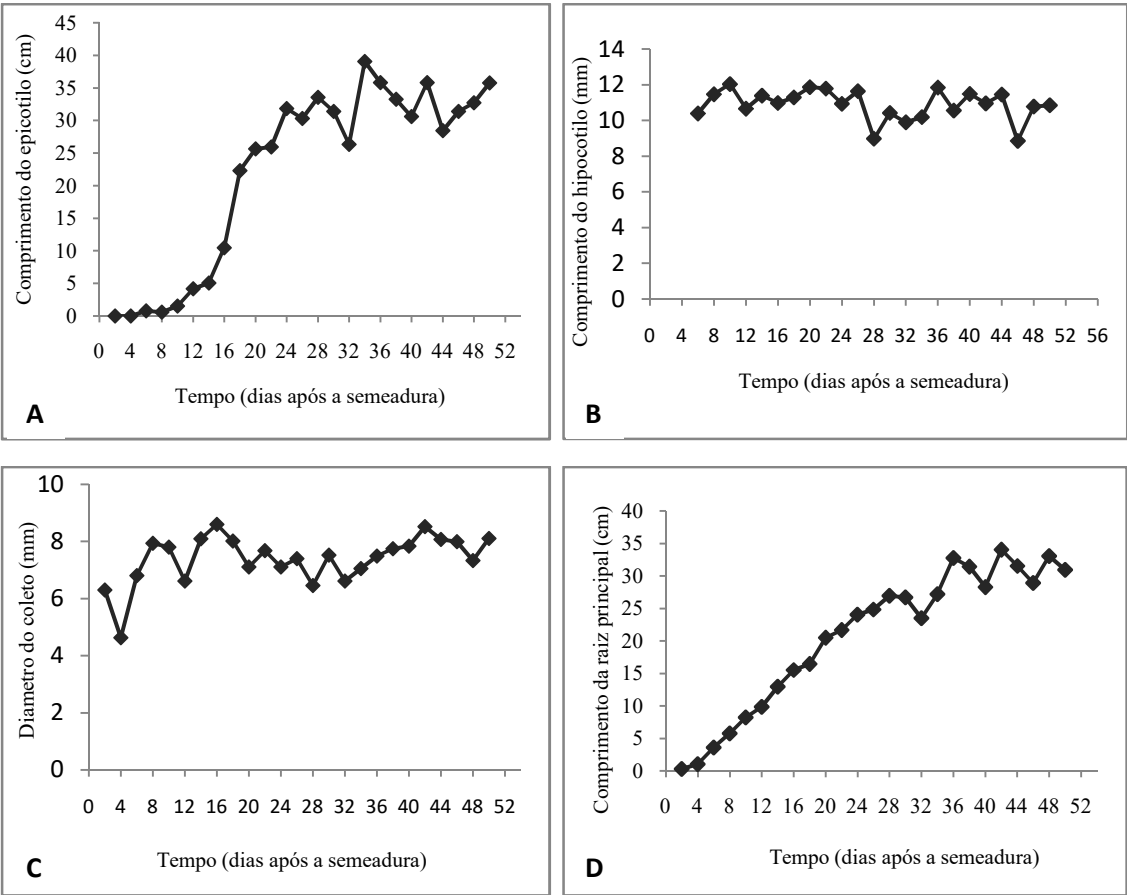
VAN ROOSMALEN, M. G. M. 1985. Fruits of the Guianan Flora. Neetherlands: Utrecht Institute of Systematic Botany, Utrecht University. 483 p.

VIANA, C.A.dos; PAIVA, A.O.; JARDIM, C.V.; RIOS, M.N.S.; ROCHA, N.M.S. da; PINAGE, G.R.; ARIMORO, O.A.S.; SUGANUMA, E.; GUERRA, C.D.; ALVEZ, M.M.; PASTORE, J.F. Plantas da Amazônia : 450 espécies de uso geral. Brasília: Universidade de Brasília, Biblioteca Central, 2011. 3140p. Livro digital, disponível em: <http://leunb.bce.unb.br/>. Acessado em 07/009/16.

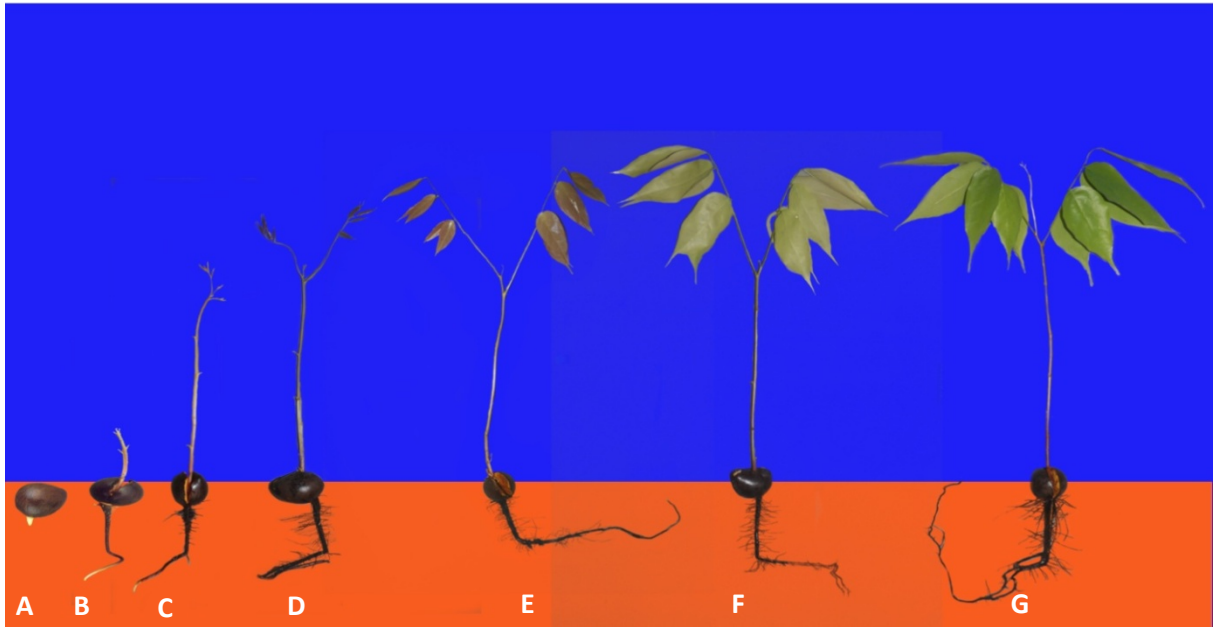


**Tabela 1.** Dimensões, desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V.) de frutos e sementes em *V. americana* Aubl. (n=50).

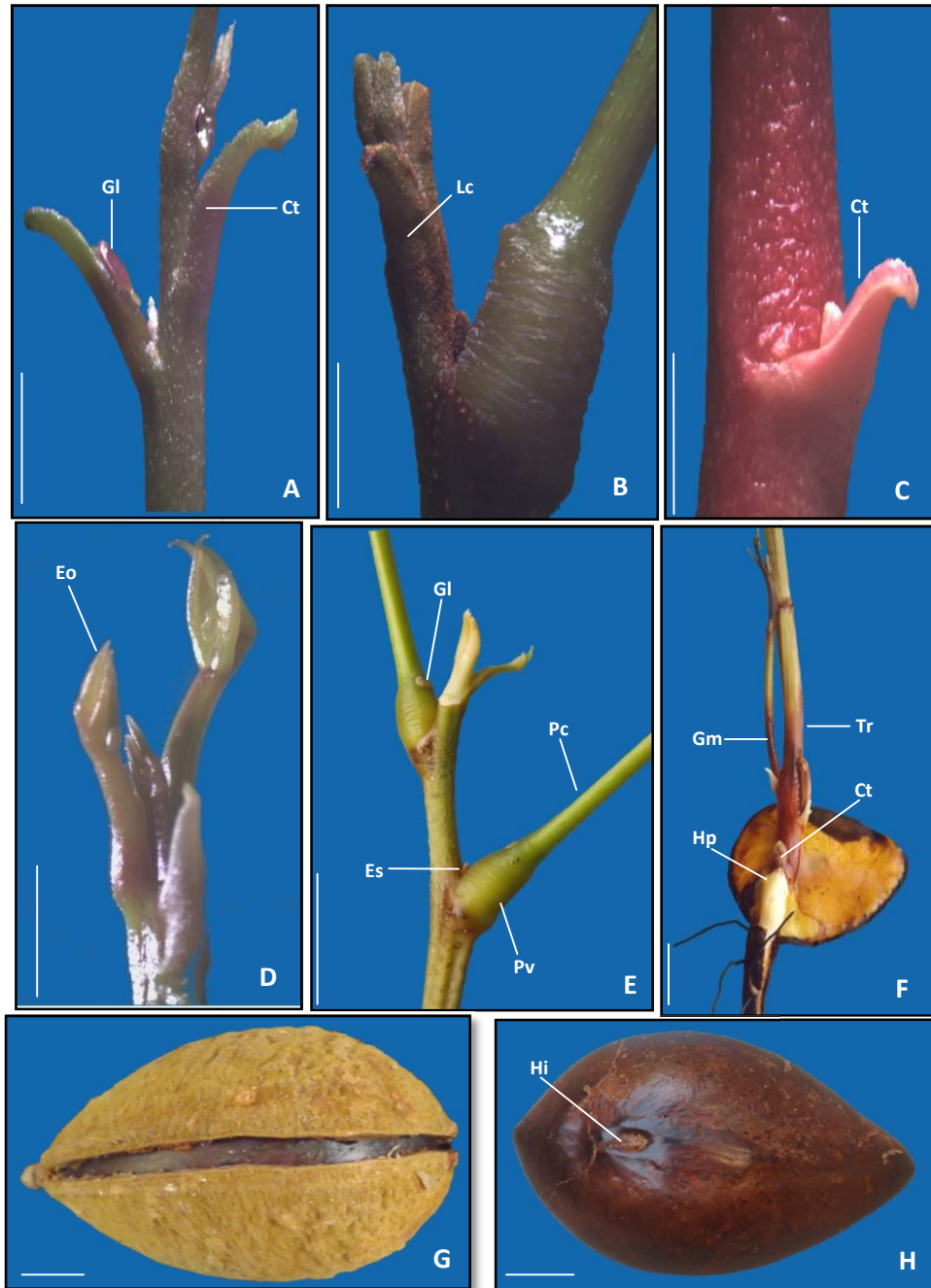
Variáveis	Máximo	Média	Mínimo	D.P.	C.V.
<b>Frutos</b>					
Peso (g)	72,6	46,05	16,37	11,1	24,1
Comprimento (mm)	84,71	63,89	50,26	7,57	11,85
Largura (mm)	45	39,79	30,82	2,96	7,45
Espessura (mm)	46,68	40,95	29,58	3,55	8,69
<b>Sementes</b>					
Peso (g)	51,73	32,14	17,91	7,13	21,88
Comprimento (mm)	57,79	48,06	38,23	5,49	11,46
Largura (mm)	40,27	34,43	28,16	2,56	7,43
Espessura (mm)	40,77	35,68	26,36	2,97	8,33



**Figura 1.** Comprimento do epicótilo (A), comprimento do hipocótilo (B), diâmetro do coleto (C) e comprimento da raiz principal (D) em plântulas de *V. americana*.



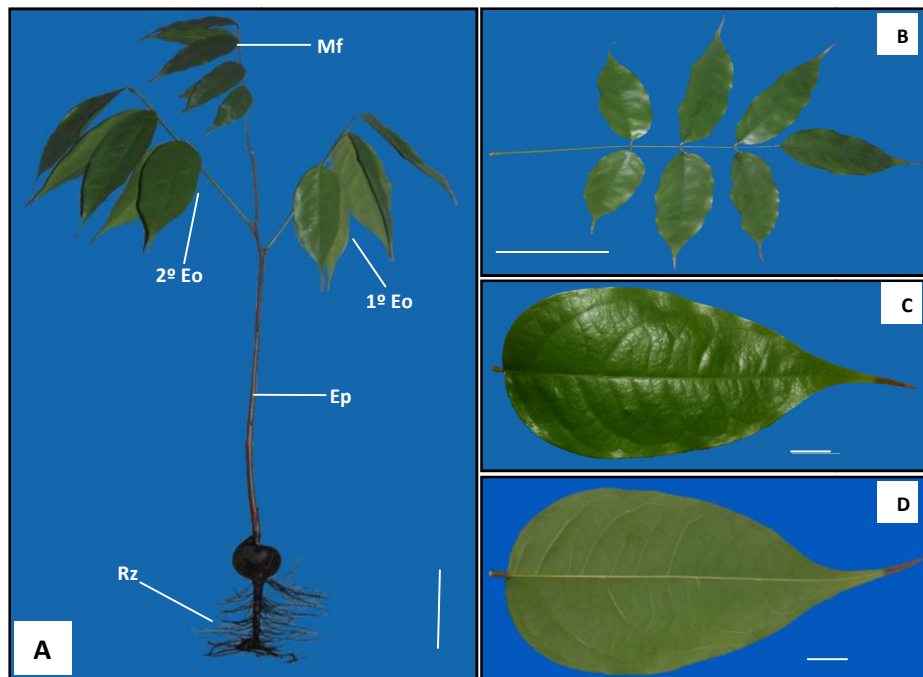
**Figura 2.** Etapas do desenvolvimento pós-seminal de *Vouacapoua americana* Aubl. A- protrusão da Raiz (02 dias); B- Desenvolvimento do epicótilo com a presença de catafilos (12 dias); C- surgimento dos eófilos (a partir de 14 dias); D- eófilos em desenvolvimento (18 dias); E- eófilos imaturos (20 dias); F- eófilos imaturos (24 dias); G- plântula com eófilos formados (a partir de 34 dias).



**Figura 3.** Caracterização de *V. americana*. A- região apical do epicótilo com catafilos apresentando glândulas na base; B- gema apical da plântula; C- Catafilo recém lançado; D- surgimento dos eofilos; E- filotaxia alterna dos eofilos; G- fruto do tipo legume; H- semente com formato oval. A,B,C,D= 0,5 cm; E,F,G=1cm. Gl- glândula, Eo- eofilo, Lc- lenticelas, Ct- catafilos, Pc- peciolo, Es- estipula, Pv-pulvino, Tr-torção, Gm- gema lateral, Hp- hipocótilo, Hi- hilo.



**Figura 4.** Germinação de acapu na natureza. A- plântula em desenvolvimento; B- Início da germinação com a semente dentro do fruto. C- Cotilédones se libertando do pericarpo do fruto.



**Figura 5.** A- Planta jovem de acapu; B- folha completamente formada; C- face adaxial do folíolo; D-face abaxial do folíolo. A, B= 5 cm; C,D = 1cm. Ep- epicótilo, Eo- eófilo, Mf- metafileto, Rz- raiz.

## ARTIGO 2

**BIOMETRIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES MATRIZES DE  
ACAPU (*Voucapoua americana* Aubl.).**Adriano Gonçalves Pereira<sup>1</sup> e Ely Simone Cajoeiro Gurgel<sup>2</sup><sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Museu Paraense Emílio Goeldi/UFRA. Email: Adripere07@gmail.com<sup>2</sup>Engenheira agrônoma, doutora, pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Este artigo será submetido à Revista Acta Amazônica.

## BIOMETRIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES MATRIZES DE

ACAPU (*Voucapoua americana* Aubl.).

### Resumo

*Voucapoua americana* é uma das essências madeiras mais nobres e requisitadas da Amazônia, e devido à grande exploração se encontra em perigo de extinção. Na literatura existem poucas informações sobre as características biométricas e germinativas envolvendo diferentes árvores dessa espécie. O objetivo desse estudo foi analisar os caracteres biométricos dos frutos, sementes e do processo germinativo de matrizes no intuito de gerar informações que possam facilitar sua propagação e contribuir para estudos de melhoramento genético. Para isso, foram coletados frutos maduros em área de ocorrência da espécie, em Mojú-PA. O experimento foi realizado no laboratório de propagação e plantas e sementes da Embrapa Amazônia Oriental. Foram utilizados para a caracterização biométrica 50 frutos de cada árvore e para o teste de germinação sementes de apenas nove matrizes. Os frutos apresentam peso de 46,11 g, comprimento de 67,56 mm, largura de 39,37 mm e espessura de 40,39 mm. As sementes apresentam em média, peso de 33,98 g, comprimento de 48,7 mm, largura de 34,55 mm e espessura de 35,43 mm. As matrizes de *V. americana* apresentaram grandes diferenças com relação às características biométricas, sugerindo-se que apresentam grande variabilidade genética entre si. Com relação à germinação, aproximadamente 66% das matrizes analisadas apresentaram germinação acima de 75%.

**Palavras-chave:** acapu, biometria, espécie amazônica, exploração madeira, germinação

### Abstract

*Voucapoua americana* is one of the noblest and most sought-after wood essences in the Amazon, and due to the great exploitation it is in danger of extinction. In the literature there is little information about the biometric and germination characteristics involving different trees of this species. The objective of this study was to analyze the biometric characteristics of fruits, seeds and the germination process of matrices in order to generate information that may facilitate its propagation and contribute to studies of genetic improvement. For this, mature fruits were collected in area of occurrence of the species, in Mojú-PA. The experiment was carried out in the laboratory of propagation and plants and seeds of Embrapa Amazônia Oriental. Fifty fruits of each tree were used for the biometric characterization and for the germination test seeds of only nine matrices. The fruits present weight of 46.11 g, length of 67.56 mm, width of 39.37 mm and thickness of 40.39 mm. The seeds present in average, weight of 33.98 g, length of 48.7 mm, width of 34.55 mm and thickness of 35.43 mm. The *V. americana* matrices presented great differences with respect to the biometric characteristics, suggesting that they present great genetic variability among themselves. Regarding germination, approximately 66% of the analyzed matrices presented germination above 75%.

**Keywords:** Acapu, biometrics, Amazonian species, logging, germination

## INTRODUÇÃO

Estudos sobre biometria de frutos e sementes são importantes instrumentos para detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie, e as relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais, fornecendo informações para a caracterização dos aspectos ecológicos como o tipo de dispersão, agentes dispersores e estabelecimento das plântulas (Oliveira, 1993). Assim como, serem utilizados em programas de melhoramento genético (Vieira E Gusmão, 2008) e constituir conhecimento básico para a exploração racional de uma espécie vegetal (Fenner 1993; Baskin e Baskin, 1998).

Alem dos estudos biométricos, atualmente existe grande demanda por informações que venham a facilitar a germinação e propagação de um grande numero de espécies florestais nativas da Amazônia, principalmente as espécies madeireiras e as que correm risco de extinção. Pois essas informações podem servir de base para subsidiar trabalhos de regeneração, silvicultura, conservação e utilização de recursos genéticos (Cruz e Carvalho, 2003). Entretanto, ainda não existe na literatura informações básicas sobre o processo germinativo de um considerável número de espécies florestais nativas, havendo desta forma, uma lacuna que necessita ser preenchida com informações provenientes de tais estudos.

*Vouacapoua amererica* Aubl., conhecida popularmente como acapu é uma espécie florestal nativa que apresenta de 4 a 7 árvores por hectare (Rizzini, 1971; Souza et al., 2000). Ocorre escassamente na Guiana Inglesa, porém muito comum no Suriname e Guiana Francesa, atingindo seu maior desenvolvimento no estado do Pará, onde é muito importante como madeira de lei (Loureiro et al., (1979). É uma das essências madeireiras mais nobres e requisitadas da Amazônia, com sua madeira escura, pesada e brilhosa largamente utilizada desde o século passado na indústria de construção civil de Belém, Manaus e Santarém (Aragão e Almeida, 1997). Além de ser utilizada para construção naval de barcos, onde a madeira era empregada no revestimento de paredes, vigamento e assoalhos (Aragão e

Almeida, 1997). É também bastante conhecida e comercializada por diferentes regiões do Brasil e outros países como os Estados Unidos e o Canadá (Souza et al., 1999).

Com a expansão da cultura da pimenta do reino na região amazônica, a madeira de acapu passou a constituir a madeira mais adequada para uso como tutor morto, devido a sua durabilidade (Duarte, 1999). Entretanto, como não é cultivado em plantios extensos para exploração econômica poderá ser extinto pela exploração desordenada (Duarte, 1999). Como já ocorreu no nordeste Paraense, onde segundo Aragão e Almeida (1997) em áreas onde ocorria em densos aglomerados, hoje essas áreas se encontram convertidas em vegetação secundária por ação do desmatamento para extração madeireira, agricultura e pecuária.

Essa espécie é de grande importância, principalmente para a indústria madeireira e na literatura não existem muitas informações sobre as características biométricas e sobre o processo germinativo de diferentes árvores dessa espécie. Em virtude disso, o objetivo desse estudo foi analisar os caracteres biométricos dos frutos, sementes e do processo germinativo de matrizes de *V. americana* com o intuito de gerar informações que possam facilitar sua propagação, assim como, contribuir para futuros estudos de melhoramento genético da espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar a biometria foram coletados frutos maduros de 23 árvores de acapu sob o solo, em uma área de ocorrência natural da espécie, entre as coordenadas geográficas de 02° 08' 14'' e 02° 12' 26'' de latitude Sul e 48° 47' 34'' e 48° 48' 14'' de longitude a Oeste de Greenwich, localizada na estação experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no município de Mojú/PA. Após a coleta, os frutos de cada matriz foram acondicionados em sacos plásticos de 50 Kg, identificados e transportados ao laboratório de propagação de plantas da Embrapa, localizada em Belém/PA. Em seguida, foram retirados aleatoriamente 50 frutos de cada



matriz e contabilizado: número total de sementes, número de sementes boas (inteiras, maduras e não danificadas), sementes furadas (atacadas por insetos) e sementes chochas (sementes murchas ou abortadas).

Das sementes boas de cada fruto contabilizou-se a massa fresca, comprimento, largura e espessura. Para contabilizar a massa dos frutos e sementes utilizou-se uma balança semi-analítica de precisão 0,1g, e para aferir as medidas foi utilizado um paquímetro digital de precisão 0,01 mm.

Para a realização do teste de germinação, foram utilizadas sementes de apenas nove matrizes, devido às sementes das demais matrizes coletadas não serem suficientes para a montagem do teste. Inicialmente determinou-se o teor de água das sementes através de dez repetições de uma semente, em estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (BRASIL, 2009). Em seguida, as sementes de cada matriz foram retiradas aleatoriamente e semeadas a 1,0 cm profundidade, em vasos plásticos redondos com 41 cm diâmetro e 16 cm de altura, contendo substrato esterilizado areia e serragem curtida (1:1) e irrigadas diariamente. A esterilização do substrato ocorreu através do cozimento da areia com serragem por duas horas (Cruz; Carvalho, 2003).

Foram avaliados os seguintes parâmetros, conforme as regras de análises de sementes (Brasil, 2009): dias para iniciar a emergência (DIE), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação (G), sementes mortas (SM), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR). Foram consideradas como plântulas emersas aquelas que apresentassem o epicótilo 0,5 cm acima da superfície do substrato. A contagem das plântulas emersas foi realizada diariamente até o 25º dia após a semeadura.

Ao final do teste de germinação o substrato de cada vaso foi lavado para remoção das plântulas e determinação das porcentagens de germinação (plântulas normais) e sementes mortas. As plântulas normais, que são aquelas que apresentam todas as suas essenciais desenvolvidas (Brasil, 2009) foram divididas em parte aérea (folha e caule) e raiz. Em seguida

acondicionadas em sacos de papel Kraft e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, por 48 horas. Posteriormente, foram pesadas em balança analítica de precisão para determinar a massa seca.

Os dados do estudo de biometria foram organizados em intervalos de frequência, assim como, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O delineamento experimental do teste de germinação foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento (matriz). Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância (teste de Levene). Posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises de todos os dados foram realizadas por meio do software Windows 7.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos da espécie *V. americana* apresentam em média, 46,11g, comprimento de 67,56 mm, largura de 39,37 mm e espessura de 40,39 mm. As sementes apresentam em média, peso de 33,98 g, comprimento de 48,7mm, largura de 34,55 mm e espessura de 35,43mm. Comparando esses resultados com os obtido por Aragão e Almeida (2002), ao estudarem os frutos e sementes das populações de acapu proveniente do Mocambo e de Caxiuanã, verifica-se similaridade entre os resultados do presente estudo com os obtidos no Mocambo e grande diferença com relação aos resultados de Caxiuanã, não sendo possível sugerir que estas características podem ser mantidas entre populações de diferentes procedências.

Haja vista, que até entre as matrizes estudadas houve grandes diferenças com relação às variáveis biométricas analisadas. É o tamanho e peso das sementes de determinada espécie

são características extremamente plásticas, alterando-se de local para local, de ano para ano e entre e dentro de indivíduos (Piña-Rodrigues e Aguiar, 1993).

Essas diferenças encontradas podem ser atribuídas tanto a fatores ambientais durante o florescimento e o desenvolvimento, como também podem representar um indício de alta variabilidade genética populacional da espécie. É estudar as variações entre indivíduos, devido às influências ambientais, de uma mesma população possibilita a seleção com vistas às melhorias de um dado caráter, constituindo-se numa das mais importantes fontes de variabilidade disponíveis para os melhoristas de plantas (Santos et al., 2009).

Os frutos de *V. americana* apresentam uma semente cada, raramente sendo observado duas, e quando isso ocorreu o percentual foi baixíssimo, não chegando a 0,1% do total de sementes analisadas. Em estudos de Aragão e Almeida (2002), Silva e Leão (2006) e Loureiro et al., (1979) também foi observado que essa espécie apresenta uma semente por fruto.

Quanto às medidas dos frutos de acapu, observou-se que aproximadamente 85% deles apresentam largura e espessura entre 35 e 45 mm (figura 3 e 4). Enquanto mais de 80% das sementes apresentaram largura (figura 7) entre 30 e 37,7 mm e mais de 90% apresentam espessura de 30 a 40 mm (figura 8). Essas informações podem ser de grande relevância para a espécie, haja vista que, os trabalhos realizados raramente mencionam tais variáveis, apenas fornecem informações referentes ao diâmetro, sem comentar de que lado da semente foi mensurado. É os dados do presente estudo evidenciam diferenças entre essas variáveis, principalmente quando é levado em consideração as medida tomadas das sementes.

As sementes de acapu são grandes e pesadas, e aproximadamente 80% delas apresentam comprimento entre 51 e 79 cm (figura 1), enquanto mais de 70% pesam entre 36 e 57g (figura 2). Segundo Silva e Leão (2006), o grande tamanho das sementes dessa espécie, faz com que sua dispersão seja inicialmente realizada por gravidade (barocórica), no raio de projeção da copa da árvore. É acapu apresenta intima relação com roedores, em especial as

cutias que desempenham papel fundamental na dispersão das sementes e estabelecimento das plântulas (Caxiuanã, 2002). Segundo Forget (1990) somente roedores de grande porte podem disseminar essas sementes, como por exemplo *Myoprocta exilis*, *Dasyprocta leptorina*, *Agouti paca*, *Sciurus aestuans* e *procchimys sp.* e *Dasyprocta primnolopha*.

Com relação à germinação, observou-se que o teor inicial de água das sementes provenientes das diferentes matrizes de acapu variou de 0,5% a 7,6%, sendo que as matrizes com o menor teor foram as que obtiveram os melhores desempenhos em praticamente todas as variáveis analisadas. Segundo Marcos Filho (1999), esse fator é muito importante na execução dos testes de vigor, considerando que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

Em laboratório e dentro de certos limites, as sementes mais úmidas germinam mais rapidamente que as menos úmida (Marcos Filho 1999). Entretanto, Popinigis (1985), relata que o alto teor de água nas sementes associado à baixa massa seca pode ser indicativo de sementes com baixa qualidade. O que pode perfeitamente ter ocorrido com as sementes das matrizes 785 e 786. Devido às mesmas apresentarem desempenho muito baixo com relação à emergência, germinação e o índice de velocidade de emergência. Assim como, os menores índices de massa seca das folhas, parte aérea, raiz, juntamente com as maiores porcentagens de sementes mortas, em especial da primeira matriz que apresentou cerca de 40% de suas sementes mortas.

Os resultados do processo germinativo das matrizes de *V. americana* mostram que houve diferenças estatísticas com relação às variáveis analisadas, exceto quanto à variável dias para iniciar a emergência. É que a matriz 782, mesmo não se diferenciando estatisticamente da maioria das demais, apresentou os melhores índices em praticamente todas as variáveis analisadas.

A germinação de todas as matrizes de *V. americanas* estiveram acima de 55%, com aproximadamente mais da metade delas atingindo germinação superior a 80%. Esses resultados são contrários aos obtidos por Sousa et al., (2000) que ao trabalhar com 144 lotes de sementes de acapu, conseguiu apenas com que 41,21% apresentassem taxas germinativas superiores a 50%. Provavelmente os resultados desfavoráveis em relação à germinação de acapu podem estar relacionados ao estado das sementes no momento da colheita, haja vista que, acapu é uma espécie que apresenta geralmente germinação superior a 90% logo após a coleta (Cruz e Pereira, 2016). E devido essa espécie apresentar comportamento recalcitrante, sofre rápida deterioração em condições naturais relacionadas com o ataque de insetos, infestações por fungos e apodrecimento natural (Sousa, 1999). Por isso, sendo necessário que os frutos sejam coletados logo após a dispersão, beneficiados e as sementes semeadas.

## CONCLUSÃO

As matrizes de *V. americana* apresentaram grandes diferenças com relação às características biométricas, sugerindo-se que apresentem grande variabilidade genética entre si. Com relação à germinação, aproximadamente 66% das matrizes analisadas apresentaram germinação acima de 75%.

## REFERENCIAS

- ALBUQUERQUE F. C. de; DUARTE, M.L.R. *Septoria vouacapoua* sp. Agente etiológico da mancha castanha das folhas do acapu (*Vouacapoua americana*). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia, v.7, p.137-142, 1972.
- ARAGÃO, I. L. G. de; ALMEIDA, S. S. de. Estrutura ecológica comparada de populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.,Caesalpiniaceae), em duas florestas de terra firme da Amazônia Oriental. In: Caxiuanã. LISBOA, P.L. (Org.). Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1997. p. 273-286.
- BARRETTO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan

- e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 1998. 666p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 dez. 2014. Seção 1, p. 110-121.
- CAXIUANÃ, populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica, organizado por Pedro, L.B. Lisboa- Belém Museu Paraense Emilio Goeldi, 2002. 734 p.
- CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de Curupixá (*Micropholis cf. Venulosa* Mart. & Eichler - Sapotaceae). Acta Amazonica, v.33, n.3, p.389-398, 2003.
- CRUZ, E.D.; PEREIRA, A.G. Germinação de sementes de espécies amazônicas: acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.). Comunicado técnico, 288, Embrapa Amazônia Oriental, p.4, 2016. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1059268>. Acesso em 05/01/17
- FENNER, M. Seed ecology. London: Chapman & Hall, 1993. 151p.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. da C. Essências madeireiras da Amazônia. Manaus: INPA, 1979 245 p. v.1.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.
- OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas. In: AGUIAR, I.B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, p.175-214, 1993.
- PARÁ. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. Extração e movimentação de toras de Madeira nativa. 2016. Disponível em: <http://Users/ADRIAN~1/AppData/Local/Temp/ExtracaoComerciodeTorasdeMadeiraNativa porEssencia20consolidado-4.pdf>. Acesso em: 25/11/16.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coords.). Sementes florestais tropicais. Brasília: Abrates, 1993 p.215-275
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- RIZZINI, C.T. 1971. Árvores e madeiras úteis do Brasil - Manual de Dendrologia Brasileira. São Paulo, Edgard Blücher/USP.

- 826 SANTOS, F.S. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de  
827 *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Stand. Revista Scientia Forestalis. Piracicaba, v. 37,  
828 n. 82, p. 163-173, 2009.
- 829
- 830 SILVA, S.; LEÃO, N.V.M. Árvores da Amazônia. Empresa das Artes, São Paulo, 2006.  
831 243p.
- 832
- 833 SOUZA, L. A. G. de. Acapu (*Vouacapoua americana*). In: CLAY, J. W.; CLEMENT, C. R.;  
834 SAMPAIO, P. de T. B. (Ed.). Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de  
835 utilização. Manaus: INPA: SEBRAE, 1999. p. 317-324.
- 836
- 837 VIEIRA, F. A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de  
838 plântulas de *Talisia esculenta* Radlk (Sapindaceae). Ciência Agrotécnica, v.32, p.1073-1079,  
839 2008.

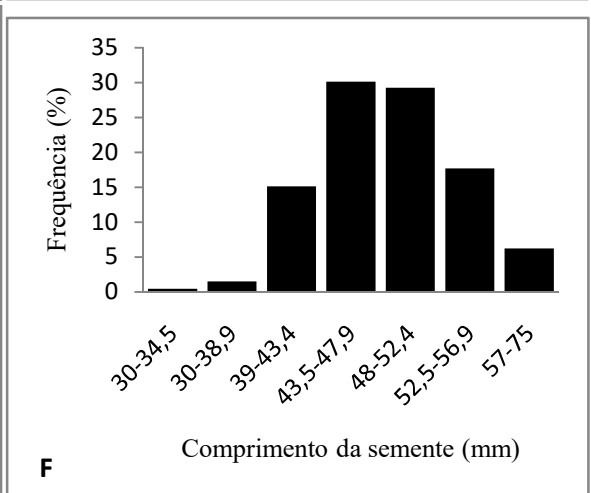
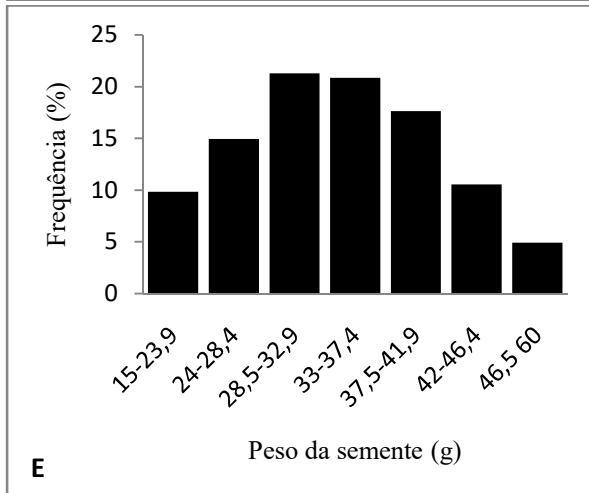
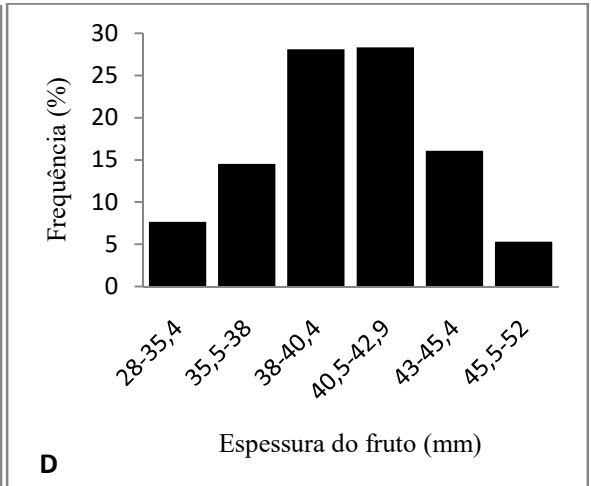
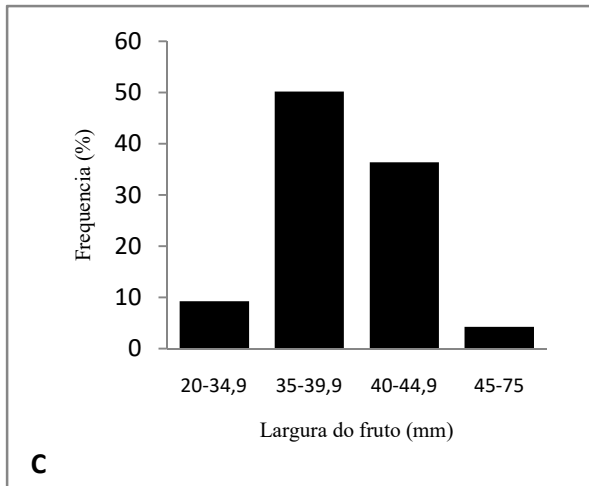
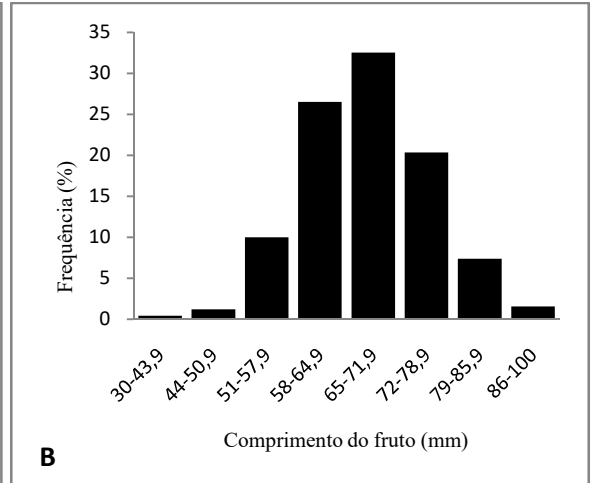
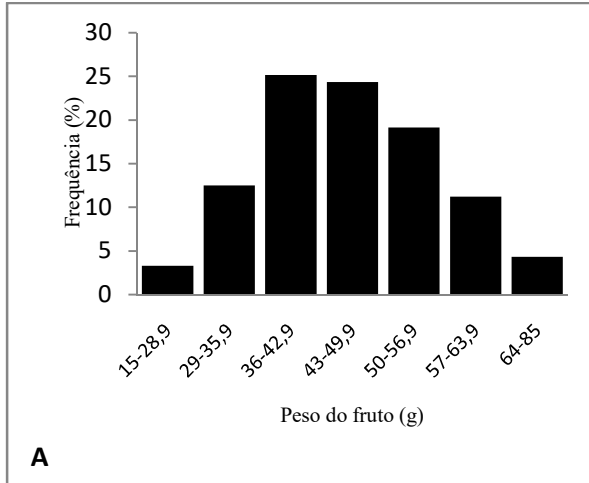
**Tabela 2.** Valores médios do teor de água (TA), dias para iniciar a emergência (DIE), plântulas normais (PN), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de matrizes de *V. americana*.

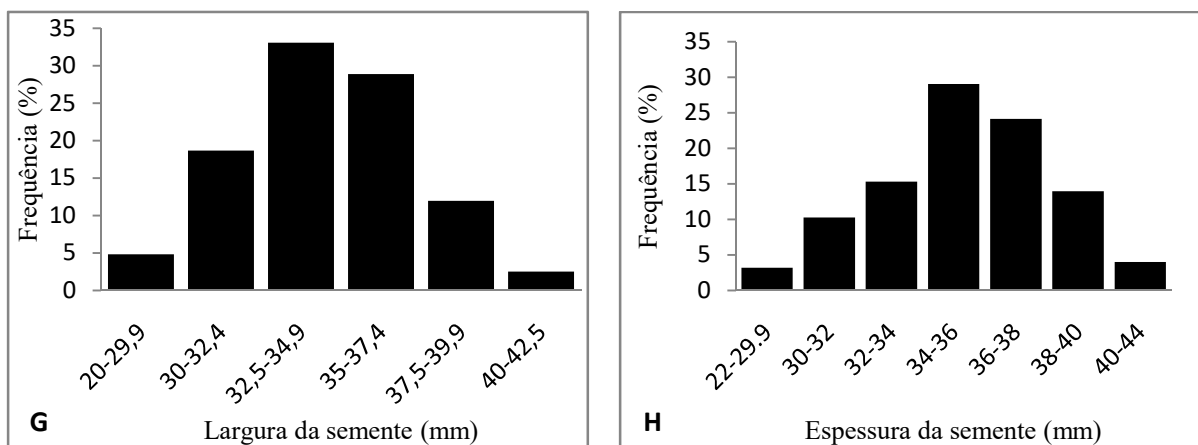
Matrizes	TA	DIE	PN	E	IVE
782	51,8	12,2 a	97 a	97 a	1,47 <sup>a</sup>
787	55,6	11,2 a	91 ab	91 ab	1,36 ab
777	53,6	10,7 a	86 abc	86 abc	1,33 ab
784	57,4	13,2 a	82 abcd	82 abcd	1,18 abc
781	55,5	11,5 a	80 abcd	80 abcd	1,26 abc
775	54,1	12,5 a	78 abcd	78 abcd	1,15 abc
776	55,8	11 a	63 bcd	63 bcd	1,09 abc
786	60,9	16,2 a	57 cd	57 cd	0,71 c
785	59,4	10,7 a	56 d	56 d	0,9 bc

**Tabela 3.** Valores médios do teor de água, massa seca da parte aérea, massa seca da folha e massa seca da raiz de *V. americana*.

Matrizes	TA	PA	SM	MSPA	MSF	MSR
782	51,8	0	3 a	16,5 a	3,42 ab	16,1 a
787	55,6	2 a	7 ab	17,7 a	3,62 a	14,8 a
777	53,6	2 a	12 ab	14,4 a	2,35 ab	14 a
784	57,4	5 ab	13 ab	9,7 bc	0,86 ab	12,1 b
781	55,5	5 ab	15 ab	16,9 a	2,15 ab	17,8 a
775	54,1	7 ab	15 ab	14,7 ab	1,7 ab	13,9 a
776	55,8	7 ab	30 bc	10,8 bc	1,08 ab	6,9 bc
786	60,9	20 b	23 abc	5,7 c	0,71 b	5,6 c
785	59,4	4 ab	40 c	7,3 c	2,15 ab	7,4 bc







**Figura 6.** A- Peso do fruto; B- Comprimento do fruto; C- Largura do fruto; D- Espessura do fruto; E- Peso das sementes; F- Comprimento das sementes; G- Largura das sementes; F- Espessura das sementes.

## CONCLUSÕES FINAIS

Os frutos e sementes das matrizes de acapu apresentaram grandes diferenças com relação às características biométricas, sugerindo-se que essa espécie apresenta árvores com grande variabilidade genética entre si.

O processo germinativo de acapu inicia a partir do segundo dia após a semeadura e atingem a fase de planta jovem aos 70 dias após a semeadura. A germinação de sementes de matrizes diferentes apresenta diferenças estatísticas, sendo que, aproximadamente 66% delas apresentaram germinação acima de 75%.

Os resultados das análises, descrições e ilustrações dos frutos, sementes, do desenvolvimento pós-seminal até a fase de planta jovem são confiáveis para auxiliar na identificação da espécie em áreas de ocorrência natural, assim como, a melhor compreensão do processo germinativo desde a fase que antecede a germinação até a fase de planta jovem, além de poderem ajudar em futuros estudos taxonômicos, filogenéticos e conservacionistas da espécie.

## ANEXO

### Normas Acta Amazonica

Como parte do processo de submissão, os autores devem verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. Submissões que não estejam de acordo com as normas são devolvidas aos autores.

1. O tamanho máximo de um arquivo individual deve ser 2 MB.
2. O manuscrito deve ser acompanhado de uma carta de submissão indicando que: a) os dados contidos no trabalho são originais e precisos; b) que todos os autores participaram do trabalho de forma substancial e estão preparados para assumir responsabilidade pública pelo seu conteúdo; c) a contribuição apresentada à Revista não foi previamente publicada e nem está em processo de publicação, no todo ou em parte em outro veículo de divulgação. A carta de submissão deve ser carregada no sistema da Acta Amazonica como "documento suplementar".
3. Os manuscritos são aceitos em português, espanhol e inglês, mas encorajam-se contribuições em inglês. A veracidade das informações contidas numa submissão é de responsabilidade exclusiva dos autores.
4. A extensão máxima para artigos e revisões é de 30 páginas (ou 7500 palavras, excluindo a folha de rosto), dez páginas (2500 palavras) para Notas Científicas e cinco páginas para outros tipos de contribuições.
5. Os manuscritos formatados conforme as Instruções aos Autores são enviados aos editores associados para pré-avaliação. Neste primeiro julgamento são levados em consideração a relevância científica, a inteligibilidade do manuscrito e o escopo no contexto amazônico. Nesta fase, contribuições fora do escopo da Revista ou de pouca relevância científica são rejeitadas. Manuscritos aprovados na pré-avaliação são enviados para revisores (pelo menos dois), especialistas de instituições diferentes daquelas dos autores, para uma análise mais detalhada.
6. Uma contribuição pode ser considerada para publicação, se tiver recebido pelo menos dois pareceres favoráveis no processo de avaliação. A aprovação dos manuscritos está fundamentada no conteúdo científico e na sua apresentação conforme as Normas da Revista.
7. Os manuscritos que necessitam correções são encaminhados aos autores para revisão. A versão corrigida deve ser encaminhada ao Editor, via sistema da Revista, no prazo de DUAS semanas. Uma carta de encaminhamento deve ser também carregada no sistema da Revista, detalhando as correções efetuadas. Nessa carta, recomendações não incorporadas ao manuscrito devem ser explicadas. Todo o

processo de avaliação pode ser acompanhado no endereço: <http://mc04.manuscriptcentral.com/aa-scielo>.

8. Seguir estas instruções para preparar e carregar o manuscrito:

a. Folha de rosto (Title page): Esta página deve conter o título, nomes (com último sobrenome em maiúscula), endereços institucionais completos e endereços eletrônicos dos autores. Os nomes das instituições não devem ser abreviados. Usar um asterisco (\*) para indicar o autor correspondente.

**Carregar este arquivo selecionando a opção: "Title page"**

b. Corpo do manuscrito (main document). O corpo do manuscrito deve ser organizado da seguinte forma: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos, Bibliografia Citada, Legendas de figuras e Tabelas. Para submissões em português ou espanhol incluir: título, resumo e palavras-chave em inglês.

**Carregar este arquivo como "Main document".**

c. Figuras. São limitadas a sete em artigos. Cada figura deve ser carregada em arquivo separado e estar em formato gráfico (JPG ou TIFF). Deve ser em alta qualidade e com resolução de 300 dpi. Para ilustrações em bitmap, utilizar 600 dpi.

**Carregar cada um destes arquivos como "Figure".**

d. Tabelas. São permitidas até cinco tabelas por artigo. Utilizar espaço simples e a função "tabela" para digitar a tabela. As tabelas podem ser carregadas como arquivos separados OU inseridas no corpo do manuscrito (main document) após as legendas das figuras.

9. As Notas Científicas são redigidas separando os tópicos (i.e. Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão) em parágrafos, mas sem incluir os títulos das seções. Notas Científicas, como no caso do artigo, também devem conter: Título, Nomes e endereços institucionais e eletrônicos dos autores, Resumo, Palavras-Chave e os tópicos do artigo completo incluindo título em inglês, abstract e keywords. São permitidas até três figuras e duas tabelas. Carregar as diferentes partes do manuscrito como descrito no Item 8.

10. Nomes dos autores e endereço institucional completo, incluindo endereço eletrônico devem ser cadastrados no sistema da Revista no ato da submissão.

11. IMPORTANTE: Os manuscritos não formatados conforme as Normas da Revista NÃO são aceitos para publicação.

## FORMATO E ESTILO

12. Os manuscritos devem ser preparados usando editor de texto (e.g. doc ou docx), utilizando fonte "Times New Roman", tamanho 12 pt, espaçamento duplo, com margens de 3 cm. As páginas e as linhas devem ser numeradas de forma contínua. Para tabelas ver Item 8d.

13. Título. Justificado à esquerda, com a primeira letra maiúscula. O título deve ser conciso evitando-se o uso de nomes científicos.

14. Resumo. Deve conter até 250 palavras (150 palavras no caso de Notas Científicas), deve conter de forma sucinta, o objetivo, a metodologia, os resultados e as conclusões enfatizando aspectos importantes do estudo. O resumo deve ser autossuficiente para a sua compreensão. Os nomes científicos das espécies e demais termos em latim devem ser escritos em *itálico*. Siglas devem ser evitadas nesta seção; porém, se necessárias, o significado deve ser incluído. Não utilizar referências bibliográficas no resumo.

15. Palavras-chave. Devem ser em número de três a cinco. Cada palavra-chave pode conter dois ou mais termos. Porém, não devem ser repetidas palavras utilizadas no título.

16. Introdução. Enfatizar o propósito do trabalho e fornecer, de forma sucinta, o estado do conhecimento sobre o tema em estudo. Especificar claramente os objetivos ou hipóteses a serem testados. Esta seção não deve exceder de 35 linhas. Não incluir resultados ou conclusões e não utilizar subtítulos na Introdução.

17. Material e Métodos. Esta seção deve ser organizada cronologicamente e explicar os procedimentos realizados, de tal modo que outros pesquisadores possam repetir o estudo. O procedimento estatístico utilizado deve ser descrito nesta seção. O tipo de análise estatística aplicada aos dados deve ser descrita. Procedimentos-padrão devem ser apenas referenciados. As unidades de medidas e as suas abreviações devem seguir o Sistema Internacional e, quando necessário, deve constar uma lista com as abreviaturas utilizadas. Equipamento específico utilizado no estudo deve ser descrito (modelo, fabricante, cidade e país de fabricação, entre parênteses). Por exemplo: "A fotossíntese foi determinada usando um sistema portátil de trocas gasosas (Li-6400, Li-Cor, Lincoln, NE, USA)". Material testemunho (amostra para referência futura) deve ser depositado em uma ou mais coleções científicas e informado no manuscrito. NÃO utilizar sub-subtítulos nesta seção. Utilizar **negrito**, porém não *itálico* ou letras maiúsculas para os subtítulos.

18. Aspectos éticos e legais. Para estudos que exigem autorizações especiais (e.g. Comitê de Ética/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, IBAMA, CNTBio, INCRA/FUNAI,

EIA/RIMA, outros) informar o número do protocolo e a data de aprovação. É responsabilidade dos autores o cumprimento da legislação específica relacionada a estes aspectos.

19. Resultados. Os resultados devem apresentar os dados obtidos com o mínimo julgamento pessoal. Não repetir no texto toda a informação contida em tabelas e figuras. Algarismos devem estar separados de unidades. Por exemplo, 60 °C e NÃO 60° C, exceto para percentagem (e.g., 5% e NÃO 5 %). Utilizar unidades e símbolos do Sistema Internacional e simbologia exponencial. Por exemplo, cmol kg<sup>-1</sup> em vez de meq/100g. Não apresentar a mesma informação (dados) em tabelas e figuras simultaneamente. Não utilizar sub-subtítulos nesta seção.

20. Discussão. A discussão deve ter como alvo os resultados obtidos. Evitar mera especulação. Entretanto, hipóteses bem fundamentadas podem ser incorporadas. Apenas referências relevantes devem ser incluídas. As conclusões devem conter uma interpretação sucinta dos resultados e uma mensagem final que destaque as implicações científicas do trabalho. As conclusões podem ser apresentadas como um tópico separado ou incluídas no final da seção Discussão.

21. Agradecimentos devem ser breves e concisos. **Incluir agência(s)** de fomento. NÃO abreviar nomes de instituições.

22. Bibliografia Citada. Pelo menos 70% das referências devem ser artigos de periódicos científicos. As referências devem ser preferencialmente dos últimos 10 anos, evitando-se exceder 40 citações. Esta seção deve ser organizada em ordem alfabética e deve incluir apenas citações mencionadas no manuscrito. Para referências com mais de dez autores, relacionar os seis primeiros seguido de *et al.* Nesta seção, o título do periódico NÃO deve ser abreviado. Observar os exemplos abaixo:

**a) Artigos de periódicos:**

Walker, I. 2009. Omnivory and resource - sharing in nutrient - deficient Rio Negro waters: Stabilization of biodiversity? *Acta Amazonica*, 39: 617-626.

Alvarenga, L.D.P.; Lisboa, R.C.L. 2009. Contribuição para o conhecimento da taxonomia, ecologia e fitogeografia de briófitas da Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*, 39: 495-504.

**b) Dissertações e teses:**

Ribeiro, M.C.L.B. 1983. *As migrações dos jaraquis (Pisces: Prochilodontidae) no rio Negro, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 192p.

**c) Livros:**

Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2da ed. McGraw-Hill, New York, 1980, 633p.

**d) Capítulos de livros:**

Absy, M.L. 1993. Mudanças da vegetação e clima da Amazônia durante o Quaternário. In: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A. (Ed.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia*. v.2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.3-10.

**e) Citação de fonte eletrônica:**

CPTEC, 1999. Climanalise, 14: 1-2 ([www.cptec.inpe.br/products/climanalise](http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise)). Acesso em 19/05/1999.

**f) Citações com mais de dez autores:**

Tseng, Y.-H.; Kokkotou, E.; Schulz, T.J.; Huang, T.L.; Winnay, J.N.; Taniguchi, C.M.; *et al.* 2008. New role of bone morphogenetic protein 7 in brown adipogenesis and energy expenditure. *Nature*, 454:1000-1004.

23. Citações de referencias no texto. As referências devem seguir ordem cronológica. Para duas ou mais referências do mesmo ano citar conforme a ordem alfabética. Exemplos:

**a) Um autor:**

Pereira (1995) ou (Pereira 1995).

**b) Dois autores:**

Oliveira e Souza (2003) ou (Oliveira e Souza 2003).

**c) Três ou mais autores:**

Rezende *et al.* (2002) ou (Rezende *et al.* 2002).

**d) Citações de anos diferentes (ordem cronológica):**

Silva (1991), Castro (1998) e Alves (2010) ou (Silva 1991; Castro 1998; Alves 2010).

**e) Citações no mesmo ano (ordem alfabética):**

Ferreira *et al.* (2001) e Fonseca *et al.* (2001); ou (Ferreira *et al.* 2001; Fonseca *et al.* 2001).

**FIGURAS**

24. Fotografias, desenhos e gráficos devem ser de alta resolução, em preto e branco com alto contraste, numerados sequencialmente em algarismos arábicos. NÃO usar tonalidades de cinza em gráficos de dispersão (linhas ou símbolos) ou gráficos de barra. Em gráfico de dispersão usar símbolos abertos ou sólidos (círculos, quadrados, triângulos, ou losangos) e linhas em preto (contínuas, pontilhadas ou tracejadas). Para gráfico de barra, usar barras pretas, bordas pretas, barras listradas ou pontilhadas. Na borda da área de plotagem utilizar uma linha contínua e fina, porém NÃO usar uma linha de borda na área do gráfico. Em figuras compostas cada uma das imagens individuais deve ser identificada com uma letra maiúscula posicionada no canto superior direito, dentro da área de plotagem.

25. Evitar legendas desnecessárias na área de plotagem. Nos títulos dos eixos ou na área de plotagem NÃO usar letras muito pequenas (< tamanho 10 pt). Nos eixos usar marcas de escala internas. NÃO usar linhas de grade horizontais ou verticais, exceto em mapas ou ilustrações similares. O significado das siglas utilizadas deve ser descrito na legenda da figura. Cada eixo do gráfico deve ter o seu título e a unidade. Evitar muitas subdivisões nos eixos (cinco a seis seriam suficientes). Em mapas incluir escala e pelo menos um ponto cardeal.

26. As figuras devem ser elaboradas de forma compatível com as dimensões da Revista, ou seja, largura de uma coluna (8 cm) ou de uma página 17 cm e permitir espaço para a legenda. As ilustrações podem ser redimensionadas durante o processo de produção para adequação ao espaço da Revista. Na figura, quando for o caso, a escala deve ser indicada por uma barra (horizontal) e, se necessário, referenciadas na legenda da figura. Por exemplo, barra = 1 mm.

27. Citação de figuras no texto. As figuras devem ser citadas com letra inicial maiúscula, na forma direta ou indireta (entre parêntesis). Por exemplo: Figura 1 ou (Figura 1). Na legenda, a figura deve ser numerada seguida de ponto antes do título. Por exemplo: "Figura 1. Análise...". Definir na legenda o significado de símbolos e siglas usados. Figuras devem ser autoexplicativas.

28. Figuras de outras autorias. Para figuras de outras autorias ou publicadas anteriormente, os autores devem informar explicitamente no manuscrito que a permissão para reprodução foi concedida. Carregar no sistema da Revista (não para revisão), como documento suplementar, o comprovante outorgado pelo detentor dos direitos autorais.



29. Adicionalmente às figuras inseridas no sistema em formato TIFF ou JPG, os gráficos preparados usando Excel ou SigmaPlot podem ser carregados como arquivos suplementares (selecionando a opção Not for review).

30. Ilustrações coloridas. Fotografias e outras ilustrações devem ser preferencialmente em preto e branco. Ilustrações coloridas são aceitas, mas o custo de impressão é por conta dos autores. Sem custo para os autores, podem ser usadas ilustrações em preto e branco na versão impressa e coloridas na versão eletrônica. Nesse caso, isso deve ser informado na legenda da figura. Por exemplo, adicionando a sentença: "Esta figura é colorida na versão eletrônica". Esta última informação é para os leitores da versão impressa.

31. Os autores podem ser convidados a enviar uma fotografia colorida, para ilustrar a capa da Revista. Nesse caso, não há custos para os autores.

## **TABELAS**

32. As tabelas devem ser organizadas e numeradas sequencialmente com algarismos arábicos. A numeração e o título (legenda) devem estar em posição superior à tabela. A tabela pode ter notas de rodapé. O significado das siglas e dos símbolos utilizados na tabela (cabeçalhos, etc.) devem ser descritos no título. Usar linhas horizontais acima e abaixo da tabela e para separar o cabeçalho do corpo da tabela. Não usar linhas verticais.

33. As tabelas devem ser elaboradas em editor de texto (e.g. doc ou docx) e não devem ser inseridas no texto como imagem (e.g. no formato JPG).

34. A citação das tabelas no texto pode ser na forma direta ou indireta (entre parêntesis), por extenso, com a letra inicial maiúscula. Por exemplo: Tabela 1 ou (Tabela 1). Na legenda, a tabela deve ser numerada seguida de ponto antes do título: Por exemplo: "Tabela 1. Análise...". Tabelas devem ser auto-explicativas.