



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO



Delziane Araújo Bezerra

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS EM
SEMENTES DE FABACEAE NATIVAS DA AMAZÔNIA**

Orientadora: Profa. Dra. Raírys Cravo Herrera

Coorientadora: Profa.Dr.^a Marilza Neves do
Nascimento Ribeiro

ALTAMIRA - PA
FEVEREIRO – 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Delziane Araújo Bezerra

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS EM SEMENTES DE
FABACEAE NATIVAS DA AMAZÔNIA**

Orientadora: Profa. Dra. Raírys Cravo Herrera

Coorientadora: Profa. Dr.^a Marilza Neves do Nascimento Ribeiro

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará,
como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Biodiversidade e Conservação para
obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e
Conservação.

ALTAMIRA - PA
FEVEREIRO– 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

-
- B574a Bezerra, Delziane Araújo.
Aspectos morfológicos e mobilização de reservas em sementes de Fabaceae nativas da Amazônia / Delziane Araújo Bezerra. — 2022.
V, 27 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof^a. Dra. Raírys Herrera
Coorientação: Prof^a. Dra. Marilza Neves do Nascimento Ribeiro
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Altamira, 2022.
1. Carboidratos, *Dipteryx odorata*, Fabaceae, Lipídios, Proteínas, Vouacapoua americana. . I. Título.

CDD 581.5

Dedicatória

Dedico a Maria Laura Araújo da Costa, minha filha amada.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pois Ele nos dá a força que precisamos para a realizar nossos objetivos.

Agradeço aos meus pais Justina de Araújo Bezerra e Valdecir Araújo Bezerra, minha filha Maria Laura e meu afilhado Raphael César Nunes Araújo, por sempre acreditarem em mim, tudo que faço é por vocês.

Agradeço o meu companheiro com quem divido a vida, os planos e os sonhos, Fábio Costa dos Santos, pela força, apoio e compreensão.

Agradeço a minha família e amigos, em especial minha amiga Ariele Sales por todo apoio e incentivo.

Agradeço a minha orientadora, Raírys Cravo Herrera, pelo profissionalismo, dedicação e confiança, muito obrigada.

Agradeço a Universidade Federal do Pará e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC) pela oportunidade de realização deste trabalho e experiências adquiridas.

Agradeço a minha parceira de pesquisa DhyeneRayne dos Santos Becker por estar comigo desde o início da pesquisa, pelos campos, pelas horas intermináveis no laboratório, não tenho palavras para agradecer toda sua dedicação, muito obrigada e conte comigo sempre.

Agradeço a minha coorientadora, Marilza Neves do Nascimento, seu orientado Robson e a Universidade Estadual de Feira de Santana por nos receber tão bem em Feira de Santana e auxiliar nas análises bioquímicas, muito obrigada.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento desta pesquisa por meio do Programa de Colaboração Acadêmica (CAPES/PROCAD).

Sou grata ao Laboratório de Biotecnologia (BIOTEC) e a todos os bolsistas, foi ótimo trabalhar com vocês.

Agradeço o apoio da Biocev por nos ajudar na coleta de material vegetal, sem vocês a pesquisa estaria comprometida, obrigada.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos.

Sumário

Resumo Geral	7
Introdução Geral	8
Literatura Citada.....	11
Capítulo I: Aspectos Morfológicos e Mobilização de Reservas de Sementes e Plântulas de Fabáceas Nativas da Amazônia.....	16
Introdução.....	17
Material e métodos	18
Coleta de material, beneficiamento e plantio	18
Análise Morfológica de sementes e plântulas	19
Análise bioquímica de sementes e cotilédones.....	19
Preparo do material.....	19
Quantificação de macromoléculas.....	19
Análise estatística	20
Resultados e discussão.....	20
Caracterização do desenvolvimento germinativo e fase inicial das plântulas	20
Mobilização de reservas dos cotilédones de espécies de Fabaceae durante o desenvolvimento germinativo	22
Descrição do conteúdo de reservas da semente de duas espécies de Fabaceae nativa da Amazônia	26
Conclusão	28
Referências	29

Resumo Geral

As características morfológicas de sementes visam estabelecer estratégias para conservação e manutenção das espécies nativas, juntamente com as principais reservas existentes nas sementes, que são utilizadas durante o processo de germinação e desenvolvimento das plântulas, são carboidratos, proteínas e lipídios., diante disto objetivou-se descrever a morfologia de sementes e plântulas, e quantificar as principais macromoléculas presente nas sementes e cotilédones durante o processo germinativo de duas espécies de Fabaceae nativas da Amazônia. As sementes de *Dipteryx odorata* (Aubl.) e *Vouacapoua americana* (Aubl.) foram coletadas em áreas de pastagens e fragmentos de florestas no município de Vitória do Xingu; após coleta, foi realizado beneficiamento, biometria e pesagem e, em seguida levadas para casa de vegetação para germinação em sacos plásticos utilizando substrato terra, fibra de coco e areia (3:1:1). Avaliou-se o tipo de germinação após 10 dias para *D. odorata* e 21 dias para *V. americana*, morfologia das sementes e plântulas. Para descrição morfológica das sementes foram descritos: dimensões, forma, cor e textura. Na descrição das plântulas foram considerados apenas aquelas consideradas plântulas normais, sendo descritas em fases sequenciais de desenvolvimento pós- seminal, evidenciando emissão e formação da raiz, abertura do cotilédone, elevação do epicótilo, surgimento e amadurecimento dos eófilos e abscisão dos cotilédones, quando for o caso. Foram realizadas as análises bioquímicas das sementes quiescentes e dos cotilédones em cada fase de desenvolvimento pós-seminal, sendo quantificados açúcares solúveis totais, açúcares redutores, amido, proteínas solúveis, aminoácidos totais, fracionamento de proteínas e lipídios. De acordo com os resultados obtidos as duas espécies estudadas têm como principal reserva os lipídios, em *D. odorata* esse composto correspondeu a 35% e em *V. americana* 38% e, os carboidratos solúveis totais ou de reservas como segunda principal fonte energética. As proteínas solúveis e de reserva e aminoácidos presentes nas sementes foram baixos em comparação a outras espécies da mesma família. As plantas utilizaram estratégias diferentes de germinação e mobilização de reservas. Em *D. odorata* foi observado o consumo das reservas até a formação da plântula e abscisão dos cotilédones, já em *V. americana* ao final do experimento (30 dias após o plantio), as reservas tendiam a aumentar novamente, possivelmente pelo acúmulo de algumas macromoléculas nos cotilédones que não se desprendem da planta.

Introdução Geral

A Floresta Amazônica é um bioma que possui grande diversidade biológica e que vem sofrendo várias intervenções antrópicas ao longo do tempo, prejudicando a fauna e a flora local (TINOCO, CÂMARA, 2021). Em 2021, a Amazônia teve cerca 803 km² de floresta desmatados (IMAZON, 2022) e o último levantamento feito pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil revelou que na Amazônia legal, 180 espécies da fauna, sendo 124 endêmicos (ICMBIO, 2018) e 87 espécies da flora encontram-se ameaçadas de extinção, as principais famílias botânicas ameaçadas são Asteraceae, Bromeliaceae, Orchidaceae e Fabaceae (MARTINELLI; MORAES, 2013).

Cada família botânica possui uma variedade de espécies com suas especificidades e para garantir a conservação dessas espécies é necessário entender os processos fisiológicos e bioquímicas das mesmas para colheita, conservação de germoplasma, desenvolvimento da espécie e produção de mudas de qualidade, uma vez que a composição da semente influencia no seu vigor e armazenamento, melhorando as condições de propagação da espécie e recuperação de áreas degradadas (SANTOS; FREITAS e SANTOS, 2018, OLIVEIRA et al., 2020, CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Dentre essas famílias, a Fabaceae ou Leguminosae está inserida na ordem Fabales e possui três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae, de acordo com o sistema e classificação APG IV (2016), porém Azani et al. (2017) propõe uma nova classificação com seis subfamílias, Duparquetioideae, Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, Caesalpinioideae, Papilionoideae, que vem sendo adotadas desde então pelos pesquisadores (GONZÁLEZ et al., 2021; JIN; CHOI; CHOI, 2019; ANTUNES et al., 2020; WANG et al., 2018, SOARES; LANDI; GASPARINO, 2020). Essa família possui grande representatividade ecológica e socioeconômica (PEREIRA, 2017), farmacêutica (DAS et al., 2020), populares (RIBEIRO et al, 2014, RAHMAN; PARVIN, 2014), potencial alelopático (OLIVEIRA et al., 2020), forrageiro (SILVA, 2011) e para recuperação de áreas degradadas (SANTOS et al., 2001). No Brasil podem ser encontrados cerca de 253 gêneros e 3033 espécies, espalhados por todas as regiões do país (FLORA BRASIL, 2020), dentre essas espécies encontram-se a *Dipteryx odorata* (Aubl.) pertencente a subfamília Papilionoideae e *Vouacapoua americana* (Aubl.) da subfamília Caesalpinioideae, espécies alvo deste estudo, essas espécies são nativas da Amazônia, e representam grande valor socioeconômico para região, sendo fonte de renda e subsistência, principalmente para famílias tradicionais (MATOS; SERRA, 2020).

A *Dipteryx odorata* (Aubl.) popularmente conhecida como cumaru, ocorre em áreas de terra firme na região Amazônica, desde o estado do Acre até o Maranhão (PESCE, 2009). É uma espécie arbórea de grande porte, atingindo até 30 m de altura. Floresce de setembro a outubro e frutifica de outubro a julho. A floração e a ocorrência de frutos imaturos são anuais, já a presença de frutos maduros é supra anual, porém pode existir variação nas fenofases de uma área para outra (PINTO et al., 2008), sendo suas sementes são recalcitrantes (PRESTES; GARCIA; DE SOUSA, 2016), não apresenta dormência e sua germinação é do tipo epígea fanerocotiledonar (ISMAEL, 2009). essa espécie encontra-se hoje, ameaçada de extinção. (IUCN, 2020). Possui uma multiplicidade de usos, tais como energético, forrageiro, alimentar, medicinal, madeireiro e ecológico. Suas sementes são bastante utilizadas para fins medicinais, por ter um sabor exótico é considerada a baunilha brasileira sendo utilizada na fabricação de doces e bolos, e seu aroma marcante é explorado na indústria de cosméticos (MATOS; SERRA 2020; CUNHA; FERREIRA, 2003). Ecologicamente, é uma espécie indicada para recuperação de áreas degradadas, sendo uma excelente alternativa para Sistemas Agroflorestais (CÂMARA et al., 2011). Segundo Pinto et al. (2008) devido sazonalidade de frutificação, o uso irregular dos frutos e uma exploração irracional, podem afetar a permanência dessa espécie em determinadas áreas.

Vouacapoua americana (Aubl.) é uma espécie fixadora de nitrogênio e resistente ao ataque de fungos e cupins, pode chegar a 40 m de altura e 100 cm de diâmetro quando adulta, podendo ser encontrada em floresta de terra firme e próximo às margens dos rios (CRUZ; PEREIRA, 2016). Espécie nativa da Amazônia, no Brasil é encontrada nos estados do Amapá, Amazonas e Pará, sua floração ocorre nos meses de janeiro e fevereiro, frutificação em março e abril, e a disseminação acontece nos meses de maio e junho, a dispersão é realizada por roedores que carregam suas sementes por até 22 m de distância (VIANA et al., 2011). É muito utilizada na medicina popular e na indústria madeireira por ser considerada uma espécie nobre da região amazônica, devido a qualidade, durabilidade e resistência da sua madeira, em decorrência da intensa exploração madeireira, crescimento lento, suas sementes possuem baixa viabilidade e recalcitrância (CRUZ, PEREIRA, 2016, Souza 2000), não apresenta dormência e sua germinação é do tipo hipógea criptocotiledonar (PEREIRA, 2017). essa espécie encontra-se hoje, ameaçada de extinção. (IUCN, 2020)

Apesar da importância local essas espécies sofrem exploração não controlada, sendo necessários estudos sobre a conservação e propagação dessas espécies. As pesquisas com o objetivo de descrever os caracteres morfológicos são de grande importância, uma vez que o conhecimento dessas estruturas são a base da identificação das espécies (SOARES et al., 2017). Quanto aos caracteres morfológicos das plântulas, seu conhecimento é de suma importância para o

reconhecimento taxonômico de diversos grupos vegetais em campo, ampliando as informações de identificação visual e podendo empregá-las em conjunto com os caracteres tradicionalmente conhecidos (ALVES et al., 2013; GURGEL et al., 2012). O conhecimento e as pesquisas sobre as características morfológicas de frutos, sementes e plântulas de espécies nativas são insuficientes, quando comparado à quantidade de espécies nativas, à importância florestal e ecológica das mesmas (SOARES et al., 2017). Conhecer as estruturas das sementes nos permite aprimorar e tornar efetivas as metodologias de plantio, pois tais aspectos irão auxiliar nas formas de propagação das espécies, produção de mudas de qualidade e também sua ainda em estágio juvenil (LIMA et al., 2020). Além disso, o estudo da composição química é do interesse prático da tecnologia de sementes, porque tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento de sementes são influenciados pelo teor dos compostos presentes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Além das características morfológicas, o conhecimento fisiológico e composição química de sementes quiescentes irão auxiliar no beneficiamento e melhorar a viabilidade das sementes. As principais substâncias de reservas existentes nas sementes são carboidratos, proteínas, lipídios e assim classificam como amiláceas, oleaginosas ou proteicas (BAUD; LEPINIEC, 2010). Os produtos metabólicos oriundos da degradação dessas substâncias são utilizados principalmente para uso estrutural no desenvolvimento dos primeiros tecidos das plântulas, no entanto, os padrões de composição das sementes variam de acordo com a espécie, podendo ser uma estratégia metabólica utilizada por cada planta para alcançar o sucesso no estabelecimento da plântula (FURTADO, 2014).

As proteínas são classificadas, de acordo com a solubilidade, em albuminas, prolaminas, glutelinas e globulinas, esta última mais comum em Fabáceas (LOURENÇO, 2000). entender o comportamento dos componentes proteicos pode garantir o melhor aproveitamento e uso sustentável de espécies nativas de importância econômica (CRUZ, 2010). Quando se refere as pesquisas sobre macromoléculas de reserva, estas são mais conduzidas em espécies agrônômicas, principalmente devido à alta complexidade de se trabalhar com espécies florestais de lei, o que acaba inviabilizando o avanço de pesquisas nessa área.

Objetivo Geral

Caracterizar morfológica e bioquimicamente as sementes de duas espécies da região amazônica pertencentes à família Fabaceae: *Dipteryx odorata* e *Vouacapoua americana*.

Objetivos Específicos

- ✓ Descrever as características morfológicas de sementes e plântulas de *D. odorata* e *V. americana*;
- ✓ Caracterizar a composição bioquímica das sementes quiescentes de *D. odorata* e *V. americana*;
- ✓ Quantificar os teores de carboidratos, proteínas e aminoácidos presentes nos cotilédones de *D. odorata* e *V. americana* ao longo da germinação.

Literatura Citada

ALVES, M.C.J.L., LIMA, P. B., LIMA, L. F., ZICKEL, C. S. Descrição Morfológica Para Identificação Das Plântulas De Nove Espécies Lenhosas De Uma Floresta de Restinga. **Revista Biota Neotropical**, Online. 13:3. doi: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000300036>

APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society** 181: 1-20.

ANTUNES, A. M.; SOARES, T. N.; TARGUETA, C. P. *et al.* The chloroplast genome sequence of *Dipteryx alata* Vog. (Fabaceae: Papilionoideae): genomic features and comparative analysis with other legume genomes. **Braz. J. Bot.** v.43, p. 271–282 2020. <https://doi.org/10.1007/s40415-020-00599-3>

AZANI, N. et al. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **TAXON**.V.66, n. 1, p.44–77, 2017.

BAUD, S.; LEPINIEC, L. Physiological and developmental regulation of seed oil production. **Progress in Lipid Research**, v. 3, n. 49, p. 235-249, 2010.

CÂMARA, C. P.; BONILLA, O. H.; BRITO, C. B. M.; FRAGA, A. R.; LIMA, F. A.A.; SOBRINHO, S. A. C. Produção de mudas nativas e frutíferas na comunidade de sussuí para recuperação ambiental de áreas degradadas e diversificação da produção alimentar da comunidade. In: **VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. Resumos...** Caderno de Agroecologia, Fortaleza/CE, dez. 2011.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Vigor de sementes. In: _____. (Eds.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p.224-242.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. **Jaboticabal**: FUNEP, 2012.

CRUZ, E. D.; PEREIRA, A. G. (Org's). **Germinação de sementes de espécies amazônicas: Acapu** (*Vouacapoua americana* Aubl.). Embrapa, Belém, PA, v. 1, n. 288, p. 1-4, dez./2016.

CRUZ, Kézia Soares da. Isolamento, fracionamento e caracterização parcial das proteínas de amêndoas de Baru (*Dipteryx alata* Vog.). 105 f. Dissertação (**Mestrado**) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, São Paulo, 2010.

CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith – cumaru – Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, p. 89-96, 2003.

DAS, S. et al. Health Benefits of Isoflavones Found Exclusively of Plants of the Fabaceae Family. In: Egbuna C., Dable Tupas G. (eds) **Functional Foods and Nutraceuticals**. Springer, Cham. 2020. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-42319-3>.

FLORA BRASIL. Fabaceae. Jardim Botânico Do Rio De Janeiro, 2021. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> [acessado em 28 de abril de 2021].

FURTADO, Adna Laís de Oliveira Leocádio. Mobilização de reservas e partição de metabólitos durante a germinação da semente e o estabelecimento da plântula em moringa. 14 f. Dissertação (**Mestrado**) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

GONZÁLEZ, N. K. C.; MARTÍNEZ, H. I. C.; PORRAS, H. M., RUIZ, E. E. Late Campanian fossil of a legume fruit supports Mexico as a center of Fabaceae radiation. **CommunBiol**, 4, 41, 2021. <https://doi.org/10.1038/s42003-020-01533-9>.

GURGEL, E. S. C., SANTOS, J. U. M. DOS, LUCAS, F. C. A., BASTOS, M. de N. do C. Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. **Rodriguésia** 63, 1, 2012.

Instituto Do Homem E Meio Ambiente Da Amazônia (Imazon). (2021). Disponível em: <https://Imazon.Org.Br/Institucional/Nossos-Atributos/> [acessado em: 14 de janeiro de 2022].

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA, p. 492, (2018).

Ismael, Julieta Castelo Branco. Caracterização física de frutos e sementes, morfologia da plântula e secagem de semente de cumaru (*Dipteryx odorata* (AUBL.) Willd.). 70 f. Dissertação (**Mestrado**). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009.

JIN, D. P.; CHOI, I. S.; CHOI, B. H. Plastid genome evolution in tribe Desmodieae (Fabaceae: Papilionoideae). **PLoS ONE**. 14(6), 2019.

LIMA, S. C. de S.; MARCOMINI, P. R. G.; QUISEN, R. C.; MENDONÇA, M. S. de. Morphoanatomic and histochemical aspects of *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés seed. **Journal of Seed Science**, v.42, 2020.

LOURENÇO, E. J. **Tópicos de proteínas de alimentos**. Jaboticabal: Funep, 2000. 344 p.

MARTINELLI, G. and MORAES, M. A. (Orgs.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (2013). 1100 p.

MATOS, L. S.; SERRA, A. B. As florestas no meio de vida das famílias do Mosaico de unidades de conservação do Lago de Tucuruí, Pará. **Revista Verde**, Pombal, Paraíba, Brasil, v. 15, n. 1, p. 48-56, jan./2020.

OLIVEIRA, Y. R.; SILVA, P. H. da; ABREU, M. C. de; LEAL, C. B.; OLIVEIRA, L. P. de. Potencial Alelopático de Espécies da Família Fabaceae Lindl. **Ensaio e Ciênc.**, v. 24, n. 1, p. 65-74, 2020.

PEREIRA, Adriano Gonçalves. Morfometria de frutos, sementes, desenvolvimento pós-seminal, plântulas e de plantas jovens e fisiologia de sementes de Vouacapoua americana Aubl. (Leguminosae). 2017. Dissertação (**Mestrado**) - Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2017.

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2.ed.rev. e atual. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. 334p.

PINTO, A. M.; MORELLATO, L. P. C.; BARBOSA, A. P. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. **Acta amazônica**. vol. 38(4), p.643 – 650, 2008.

RAHMAN, A. H. M. M. M.; PARVIN, I. A. Study of Medicinal Uses on Fabaceae Family at Rajshahi, Bangladesh. **Research in Plant Sciences**, Vol. 2, No. 1, 6-8, 2014.

RIBEIRO, D. A et al. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Rev. bras. plantas med.**, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 912-930, 2014.

SANTOS, A. C. dos; FREITAS, J. L. da; SANTOS, E. S. dos. Comportamento Fenológico de Espécies Florestais com Potencial Madeireiro em Ecossistema de Terra Firme, Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, n.03, p. 924-933, 2018.

SANTOS, A. C.; SILVA, I. F.; LIMA, J. R. S.; ANDRADE, A. P.; CAVALCANTE, V. R. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas de solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. vol.25, no.4, 2001.

SILVA, Monica Alexandrina da. Caracterização de leguminosas arbustivo-arbóreas em Pernambuco. 2011. 129f. Tese (**Doutorado**) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

SOARES, E. L.; LANDI, L. A. D. C.; GASPARINO, E. C. Additions to the knowledge of the pollen morphology of some Fabaceae from Cerrado forest patches of Brazil, **Palynology**, 2020. DOI: [10.1080/01916122.2020.1804007](https://doi.org/10.1080/01916122.2020.1804007).

SOARES, I. D.; NOGUEIRA, A. C.; GRABIAS, J.; KUNIYOSHI, Y. S. Caracterização morfológica de fruto, semente e plântula de *Psidium rufum* DC. (*Myrtaceae*). **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, 72(2):221-227, 31 de agosto de 2017.

SOUZA, L. A. G. de; DANTAS, A. R.; MATOS, R. B.; SILVA, M. F. da; SAMPAIO, P. de T. B. Período De Frutificação E Viabilidade Das Sementes Do "Acapu" (*Vouacapoua Americana* Aubl. - Leg. Caesalp.) Da Região Do Médio Rio Tocantins, Pará, Brasil. **Boi. Mus. Para. Emilio Goeldi**, sér. Bot. 16(1), 2000.

PRESTES, D. C. V.; GARCIA, L. C.; DE SOUSA, S. G. A. Comportamento de Sementes de Cumaru (*Dipteryx odorata*/ Fabaceae) Submetidos à Dessecação. **Anais da XI Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental**. 2016.

TINOCO, J., CÂMARA, B. Uma Breve História Do Desmatamento **In: Livro Sob a Pata do Boi, Como a Amazonia Vira Pasto**. Rio de Janeiro; Associação o Eco, p. 328, 2021.

União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN). Classificação Da *Vouacapoua Americana* Aubl. [Http://Dx.Doi.Org/10.2305/Iucn.Uk.1998.Rlts.T33918a9820054](http://dx.doi.org/10.2305/Iucn.Uk.1998.Rlts.T33918a9820054) [Acessado Em: 15 de abril de 2021].

VIANA, C. A. *et al.* **Plantas da Amazônia**: 450 espécies de uso geral. Brasília: Universidade de Brasília, Biblioteca Central, 2011. 3140p.

WANG, Y. H *et al.* Plastid Genome Evolution in the Early-Diverging Legume Subfamily Cercidoideae (Fabaceae). **Front. Plant Sci.** 2018 <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00138>.

Este capítulo está formatado nas normas da revista Trees, disponível em:

<https://www.springer.com/journal/468/submission-guidelines>

Capítulo I: Aspectos Morfológicos e Mobilização de Reservas de Sementes e Plântulas de Fabáceas Nativas da Amazônia

Aspectos Morfológicos e Bioquímicos de Sementes e Plântulas de Fabáceas Nativas da Amazônia

Delziane Araújo Bezerra^{1*} · Raírys Cravo Herrera² · Marilza Neves do Nascimento³ · Dhyene Rayne dos Santos Becker¹ · Roberto Cezar Lobo da Costa

□ Delziane Araújo Bezerra
delziane.araujo22@gmail.com

¹Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Pará, 68372-040– Altamira, PA, Brasil.

²Docente no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Pará, 68372-040– Altamira, PA, Brasil

³Docente no Programa de Pós-Graduação em Recursos Vegetais, Universidade Estadual de Feira de Santana, 44036-900– Feira de Santana, BA, Brasil

Resumo

Mensagem chave Este é um estudo descritivo da morfologia e conteúdo de reservas de sementes e plântulas de espécies florestais, mostrando as alterações desses caracteres durante a germinação e formação das plântulas.

Resumo As características morfológicas e de conteúdo das macromoléculas das sementes visam estabelecer estratégias de conservação. As principais reservas das sementes são carboidratos, proteínas e lipídios, que auxiliam no estabelecimento e desenvolvimento da planta, porém estudos que caracterizem essas reservas em espécies florestais da Amazônia são insuficientes, diante disto objetivou-se descrever a morfologia de sementes e plântulas, e quantificar as principais macromoléculas presentes nas sementes e cotilédones de duas espécies de Fabaceae nativas da Amazônia. As espécies selecionadas foram *D. odorata* e *V. americana*. As sementes foram coletadas no município de Vitória do Xingu, Pará, Brasil, após coleta foi realizado beneficiamento, biometria e pesagem e, em seguida levadas para casa de vegetação para germinar em sacos plásticos em substrato terra, fibra de coco e areia. Para descrição morfológica das sementes foram descritos: dimensões, forma, cor e textura. Na descrição das plântulas foram considerados apenas plântulas normais, sendo descritas em fases sequenciais de desenvolvimento pós-seminal. Foi realizado as análises bioquímicas da semente quiescente e dos cotilédones em cada fase de desenvolvimento pós-seminal, sendo quantificados açúcares solúveis, açúcares redutores, amido, proteínas solúveis, aminoácidos, fracionamento de proteínas e lipídios. Nos resultados obtidos as duas espécies estudadas têm como principal reserva os lipídios em *D. odorata* esse composto correspondeu a 35% e em *V. americana* os lipídios representam 38%. Os carboidratos solúveis totais ou de reservas são a segunda macromolécula mais expressiva nas sementes. As proteínas solúveis, proteínas de reserva e aminoácidos presentes nas sementes e ao longo do desenvolvimento foram baixos.

Palavras-chave: Carboidratos, *Dipteryx odorata*, Fabaceae, Lipídios, Proteínas, *Vouacapoua americana*.

Introdução

A Amazônia é um bioma que possui grande diversidade biológica, e que vem sofrendo várias intervenções antrópicas ao longo do tempo, prejudicando a fauna e a flora local (Tinoco e Câmara 2021). De acordo com os últimos levantamentos feitos pelo Ministério do Meio Ambiente 87 espécies da flora encontram-se ameaçadas de extinção, a maioria pertencentes às famílias botânicas Asteraceae, Bromeliaceae, Orchidaceae e Fabaceae (Martinelli e Moraes 2013).

Dentre essas famílias a Fabaceae ou Leguminosae é a terceira maior família de Angiospermas e a segunda maior em importância econômica no mundo (Hasanuzzaman et al. 2020). No Brasil podem ser encontrados cerca de 253 gêneros e 3033 espécies, espalhados por todas as regiões do

país (Flora Brasil 2020), dentre essas espécies encontram-se a *Dipteryx odorata* e *Vouacapoua americana*, alvo deste estudo, estas espécies são nativas da Amazônia, e representam grande valor socioeconômico para região, sendo fonte de renda e subsistência, principalmente para famílias tradicionais (Matos e Serra 2020).

A *Dipteryx odorata*, conhecida como cumaru, é um a espécie de grande porte bastante utilizada. Suas sementes possuem recalcitrância e são usadas para fins medicinais, alimentícios e cosméticos (Prestes et al., 2016; Matos e Serra 2020; Cunha e Ferreira 2003). Segundo Pinto et al. (2008) a permanência dessa espécie em determinadas áreas pode ser afetada pela sazonalidade de frutificação, o uso irregular dos seus frutos e uma exploração irracional.

A *Vouacapoua americana* conhecida popularmente como a capu, é uma árvore de grande porte,

de terra firme, muito utilizada na medicina popular e na indústria madeireira por ser considerada uma espécie nobre da região amazônica, devido a qualidade, durabilidade e resistência da sua madeira, em decorrência da intensa exploração madeireira, crescimento lento e baixa viabilidade e recalcitrância das suas sementes, essa espécie encontra-se hoje, ameaçada de extinção (Cruz e Pereira 2016; IUCN 2020).

Apesar da importância local essas espécies sofrem exploração não controlada, sendo necessários estudos sobre a conservação e propagação dessas espécies. As pesquisas com o objetivo de descrever os caracteres morfológicos são de grande importância, uma vez que o conhecimento dessas estruturas são a base da identificação das espécies (SOARES et al., 2017).

Conhecer as estruturas das sementes nos permite aprimorar e tornar efetivas as metodologias de plantio, pois tais aspectos irão auxiliar nas formas de propagação das espécies e produção de mudas de qualidade (Lima et al. 2020).

Quanto aos caracteres morfológicos das plântulas, seu conhecimento é de relevância para o reconhecimento taxonômico de diversos grupos vegetais em campo, ampliando as informações de identificação visual e podendo empregá-las em conjunto com os caracteres tradicionalmente conhecidos (Alves et al. 2013; Gurgel et al. 2012). O conhecimento e as pesquisas sobre as características morfológicas de frutos, sementes e plântulas de espécies nativas são insuficientes, quando comparado a quantidade de espécies nativas, à importância florestal e ecológica das mesmas (Soares et al. 2017). Além disso, o estudo da composição química é do interesse prático da tecnologia de sementes, porque tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento de sementes são influenciados pelo teor dos compostos presentes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A semente garante o estabelecimento das plântulas através da mobilização de compostos contidos em seu interior (Deminicis et al. 2009; Santos et al. 2009; Paula et al. 2016). Os principais compostos são carboidratos, proteínas, lipídios, que são utilizados de diversas formas pela planta e influenciados por fatores abióticos (Felix et al. 2020, Reis et al. 2020, Zuffo et al. 2020). Segundo Corte et al. (2006) as sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth, espécie nativa brasileira, utiliza carboidratos, proteínas e lipídios durante a germinação e crescimento da plântula.

E os estudos que abordam descrições bioquímicas de sementes de espécies nativas da Amazônia são importantes para conhecer o comportamento metabólico das espécies durante o período germinativo e melhorar a viabilidade das

sementes, porém essas pesquisas ainda estão mais voltadas para espécies agrônômicas. Diante disto o objetivo deste trabalho foi descrever a morfologia das sementes e plântulas e quantificar os conteúdos de reservas no desenvolvimento pós-seminal de duas espécies de Fabaceae nativas da Amazônia.

Material e métodos

Coleta de material, beneficiamento e plantio

A área selecionada foi um fragmento de floresta localizada sentido Altamira - Belo Monte no estado do Pará, o local pertencente ao município de Vitória do Xingu, Pará. A área encontra-se próximo a estrada de acesso a usina hidroelétrica (UHE) de Pimental, que é parte da UHE de Belo Monte.

Foram selecionadas cinco matrizes de *D. odorata* não foram encontradas em áreas nativas, sendo selecionadas em áreas de pastagens sob as coordenadas 03°10'47,40" S e 51°58'00,76" W. cinco matrizes de *V. americana* se encontram em fragmentos de floresta nativa sob as coordenadas geográficas: 03°15'23,29" S, 51°57'56,16" W. As exsicatas de identificação das espécies foram depositadas no Herbário Padre José Maria Albuquerque (H-ATM), com os números 2317, 2318 e 2319 para *D. odorata* e 2320, 2321 e 2322 para *V. americana*. SISBIO nº 68708-1.

Com o auxílio de binóculo foi realizado acompanhamento mensal dos indivíduos selecionados até a dispersão dos frutos. Os frutos de *V. americana* foram coletados em abril de 2021 e os frutos de *D. odorata* em junho do mesmo ano. Os frutos maduros das duas espécies foram coletados diretamente do solo ao redor das matrizes selecionadas. Após a coleta, o material foi encaminhado para Universidade Federal do Pará, Campus Altamira, Laboratório de Biotecnologia (BIOTEC - ATM).

Os frutos foram abertos manualmente para a retirada das sementes e para as análises foram utilizadas apenas sementes intactas. Após a retirada do epicarpo, as sementes de *D. odorata* e *V. americana* foram desinfestadas com álcool 70% por 1 minuto, lavadas com água destilada e posteriormente em solução de hipoclorito de sódio a 1% em tempos específicos (5 e 20 minutos para as sementes de *D. odorata* e *V. americana*, respectivamente) e, em seguida, lavadas em água destilada e mantidas em temperatura ambiente, a sombra e com ventilação natural, por 24 horas para ambas as espécies. Após cinco dias, as sementes das suas espécies foram colocadas para germinar em viveiro com 50% de sombreamento, em sacos plásticos de 15x25 cm contendo a mistura de terra, fibra de coco e areia (3:1:1).

Análise Morfológica de sementes e plântulas

Para descrição morfológica das sementes quiescentes foram avaliados: comprimento, largura e espessura, peso, forma, cor e textura. Para dimensão foram utilizadas 4 repetições com 25 sementes recém-coletadas. Para essas avaliações foram utilizados paquímetro digital e balança de precisão.

Na descrição das plântulas, foi considerado o tempo de desenvolvimento de cada estágio, evidenciando-se: o desenvolvimento da raiz primária, o surgimento de raízes secundárias, o início do crescimento da primeira folha, o crescimento e expansão dos eófilos, sendo considerado plântula, a fase desde o crescimento do epicótilo até a total formação dos eófilos, foi determinado também o tipo de germinação. O critério usado para semente germinada foi a ruptura do tegumento e o aparecimento da raiz.

A caracterização da coloração das sementes e das estruturas do desenvolvimento pós-seminal foram realizadas com o auxílio da carta de cores de Munsell (2015).

As terminologias empregadas para as descrições morfológicas foram de acordo com Gunn (1991); Barroso et al. (1999); Oliveira (1993) para ambas as espécies.

Análise bioquímica de sementes e cotilédones

Preparo do material

Para quantificar o conteúdo da semente e a mobilização de reservas durante o processo de germinação das sementes, foram coletados os cotilédones, em triplicata, em cada intervalo de tempo pós-germinação.

Foram coletados os cotilédones de cada fase, as fases para cada espécie estudada constituíram-se da seguinte forma:

Para o *D. odorata* (Cumaru): C1: semente quiescente; C2: aos 2 dias após germinação (protusão radicular); C3: aos 4 dias; C4: aos 6 dias; C5: aos 8 dias; C6: aos 10 dias; C7 aos 12 dias; C8: aos 15 dias; C9: com mais de 20 dias após germinação e início da senescência e abscisão dos cotilédones.

Para a *V. americana* (Acapu) são: A1: semente quiescente; A2: 2 dias após a germinação (protusão radicular); A3: aos 6 dias; A4: aos 11 dias; A5: aos 16 dias; A6: aos 18 dias; A7: aos 21 dias; A8: aos 25 dias; A9: 30 dias. Quando a plântula apresentou folhas verdes e completamente.

Quantificação de macromoléculas

Para quantificação das macromoléculas dos cotilédones, o material vegetal permaneceu em estufa a 65°C por 48 horas.

Posteriormente, o material foi triturado em moinho para realização das análises bioquímicas. A massa seca encaminhada para análises na Unidade Experimental Horto Florestal, pertencente a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), na Bahia.

A extração para quantificar açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), proteínas solúveis totais (PTN) (extração utilizada para a mobilização de reservas dos cotilédones durante o desenvolvimento germinativo) e aminoácidos livres totais (AA), foi realizada da seguinte forma: foram utilizados 0,5 g de material vegetal seco em 10 ml de tampão fosfato 0,1 M com pH 7, as amostras foram agitadas manualmente e levadas ao banho maria a 40 °C por 30 minutos (agitando sempre) e após centrifugadas a 3200 rpm por 30 minutos, sendo utilizado o sobrenadante para quantificar as reservas.

Para a extração do amido, utilizou-se 0,2 g de material vegetal seco, homogeneizados em 10 mL de etanol 80%, incubado em banho-maria a 40° por 10 minutos e posteriormente centrifugados 4000 rpm por 20 minutos, o sobrenadante foi descartado e o procedimento foi repetido mais uma vez utilizando o precipitado. Após repetição do procedimento anterior, ao precipitado foram adicionados 2,5 ml de Ácido Perclórico (PCA) 52%, ficando 40 minutos em banho de gelo e centrifugado novamente em 4000 rpm por 20 minutos, depois a solução foi filtrada em papel filtro e o volume completado para 50 mL com água destilada.

As frações protéicas foram extraídas de acordo com a solubilidade, seguindo metodologia de Bonome (2006), onde 0,2 g de material foram submetidos à extração consecutiva com 2 mL de água destilada (para extração de albuminas), 2 mL de cloreto de sódio 1% (p/v) (globulinas), 2 mL de etanol 80% (prolaminas) e 2 mL de hidróxido de sódio 0,1M (glutelinas). Os extratos foram incubados a 30° C por 40 minutos, centrifugados a 5000 rpm por 20 minutos, a cada extração foram recolhidos os sobrenadantes e com o precipitado foi realizado a extração seguinte, esse método foi utilizado para quantificação das proteínas solúveis totais presentes nas sementes sendo realizado a soma dos teores encontrados para cada proteína no fracionamento de proteínas.

Os lipídios foram extraídos pelo aparelho Soxhlet utilizando 1g de material vegetal seco e 200 mL de éter de petróleo como extrator (Mizubuti et al. 2009 adaptado) dados expressos em g. A quantificação foi realizada em duplicata.

Para determinação de açúcares solúveis totais e amido foi utilizado o método da antrona (Yemm e Willis, 1954). A determinação de proteínas e fracionamento de proteínas foi realizada pelo método de Bradford (1976),

aminoácidos totais livres pelo ensaio da ninhidrina (Yemm e Cocking 1955). A quantificação foi realizada em triplicata.

Análise estatística

A estatística descritiva foi utilizada para descrever sementes quiescentes e plântulas e para construção dos gráficos foram utilizados a média da concentração de reservas presentes em cada estágio de desenvolvimento das mudas.

Resultados e discussão

Caracterização do desenvolvimento germinativo e fase inicial das plântulas

A semente quiescente (C1) da *D. odorata* (Fig. 1) é oblonga de coloração castanho avermelhado correspondendo ao seguinte valor na carta de Munsell (2.5YR3/8), tegumento liso, tornando-se enrugado com o tempo. As características citadas acima corroboram com os caracteres descritos por Bessa et al. (2001).

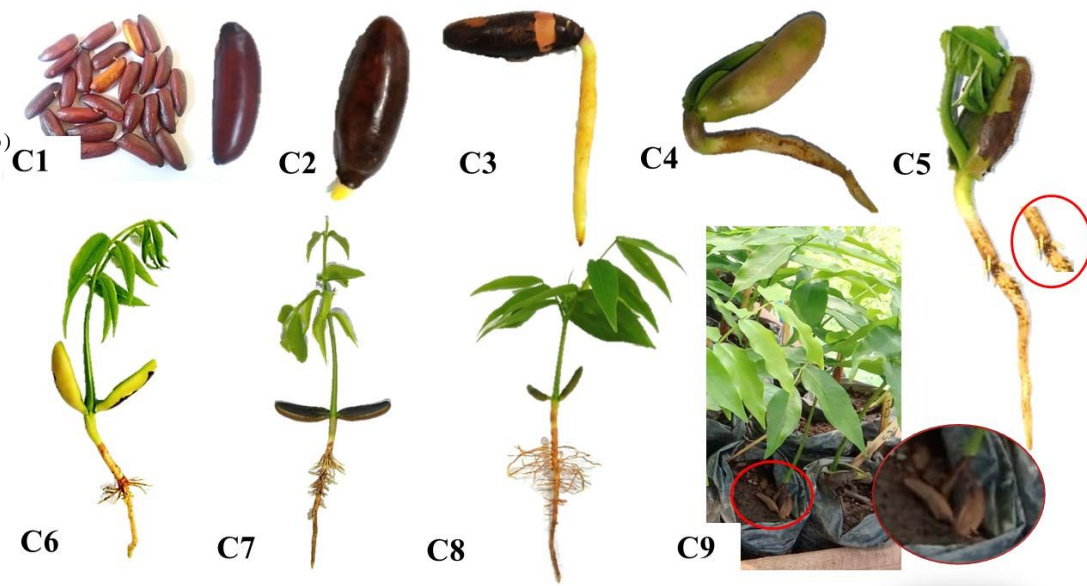
A média do comprimento das sementes quiescentes (C1) foi 36,5 mm, desvio padrão (DP) 2,76, largura 12 mm, DP 0,64, espessura 10,37 mm e DP 0,80 e peso das sementes 3 g com DP de 0,23 (C1) foram as seguintes 36,5 mm, 12 mm, 10,37 mm e 3g respectivamente. Nos estudos realizados por Ismael (2009) em diferentes cidades do Pará a média biométrica das sementes de *D. odorata* variaram entre as seguintes dimensões, comprimento 29,82 mm a 41,03 mm, largura 10,66 mm a 11,60 mm, espessura 8,38mm a 10,11 mm. Os resultados para comprimento das

sementes estão dentro dessa média, porém a largura e espessura estão acima da média dos valores encontrados por ele, ainda segundo o mesmo autor as características biométricas dessas sementes podem ser afetadas pelo ambiente na qual estão inseridas, variando de região para região.

A *D. odorata* apresentou germinação do tipo epígea fanerocotiledonar, ocorrendo dois dias (C2) após a sementeira, com a emissão da radícula, inicialmente curta (C2), no quarto dia após a germinação (C3) ocorreu o alongamento da raiz primária e o tegumento começou a desprender-se dos cotilédones. Na avaliação de Ismael (2009) a emissão da radícula de *D. odorata* em substrato de areia e serragem (1:1) ocorreu no 4 dia, e Oliveira et al. (2021) observaram que essa fase em folhas de papel germitest ocorreu 7 dias após o início da embebição.

Observou-se ainda que no sexto dia (C4) começa o processo de abertura dos cotilédones, e no oitavo dia (C5) já é possível visualizar o início da formação das raízes secundárias, o engrossamento da raiz primária, o epicótilo começa a se desenvolver, saindo do cotilédone juntamente com os eófilos. Aos 10 dias da sementeira (C6) o epicótilo, hipocótilo e a raiz axial já estão bem desenvolvidos e a plântula formada. Nesse estágio os cotilédones e o hipocótilo apresentam coloração verde amarelado (5GY9/12), a raiz principal possui cor creme com umas faixas de coloração marrom claro (10YR8/8), é possível distinguir raiz do hipocótilo pela coloração, a parte aérea possui coloração verde, os eófilos estão imaturos, são compostas e finos, de coloração verde clara (5GY7/16).

Fig. 1 Desenvolvimento germinativo de *Dipteryx odorata*. C1: semente quiescente; C2: aos 2 dias de germinada; C3: aos 4 dias; C4: aos 6 dias; C5: aos 8 dias; C6: aos 10 dias; C7 aos 12 dias; C8: aos 15 dias; C9: com mais de 20 dias (senescência e abscisão)



Aos 12 dias (C7) a parte aérea e subterrânea da plântula estão eretas, a presença de raízes secundárias por quase toda a raiz principal e os cotilédones começam a ficar enegrecidos. Aos 15 dias (C8) a planta está formada, os cotilédones ficam enegrecidos e diminuem de tamanho começando a ficar secos, a zona pilífera está formada e os folhas estão bem desenvolvidas, com coloração verde escura (5GY 5/12), textura espessa e bem resistente. A partir do 20º dia (C9) ocorre a senescência e abscisão dos cotilédones, que se tornam secos e enegrecidos e começam a desprender-se da planta. O tipo de germinação e características morfológicas descritas para *D. odorata* foram semelhantes aos relatados por Ismael (2009), havendo diferenciação apenas em relação ao tempo de germinação e desenvolvimento, que pode ter ocorrido devido ao substrato utilizado.

A semente quiescente (A1) de *V. americana* é oval, com o ápice afunilado e a base arredondada, possui em média 52,65 mm de comprimento, DP 5,55; 34,22 mm de largura e DP 4,97; 33,26 mm de espessura e DP 6,73 e 35,40 g DP 12,85. sua coloração é castanha avermelhado (2.5YR2/4) e possui algumas manchas castanho escuro (Fig. 2). As dimensões da semente de *V. americana* apresentaram-se dentro da média encontrada por Pereira (2017), onde as sementes apresentaram as seguintes variações na massa de 17,9 a 51,7 g, comprimento de 38,2 a 57,8 mm, largura de 28,2 a 40,3 mm e espessura de 26,4 a 40,8 mm. Batista et al. (2020) e Campos (2020) identificaram ampla variação biométrica nas sementes de *V. americana*, variações estas relacionadas ao ambiente no qual as sementes foram coletadas.

Outras espécies pertencentes a família Fabaceae também apresentaram variabilidade (Sano et al. 1999; Ribeiro et al. 2019; Duarte et al. 2021). Além dos fatores ambientais e da diferença geográfica influenciarem nas dimensões das sementes estes fatores também podem refletir no desenvolvimento da plântula, causando mudanças significativas na morfologia e na qualidade das plantas que

estão sendo formadas (Fontana et al. 2018). Sendo o peso a variável que melhor indica o potencial germinativo da semente (Duarte et al. 2021).

A germinação de *V. americana* ocorreu rapidamente, sendo do tipo hipógea criptocotiledonar. No segundo dia após plantio (A2) ocorreu a ruptura do tegumento e o aparecimento da raiz primária (Fig. 2). Souza et al. (2000) observaram rápida germinação nas sementes de *V. americana* que 3 dias após o plantio já estavam germinando, classificando-as como hipógea criptocotiledonar.

De acordo com Gurgel et al. (2012) as plântulas de Caesalpinioideae subfamília da *V. americana* são geralmente epígeas e Papilionoideae subfamília da *D. odorata* são hipógeas, resultados estes que não foram observados nos nossos estudos, onde ocorreu o inverso do descrito por esse autor. Ambas as espécies estudadas não possuem dormência, pois dois dias após o plantio já era possível a visualização da radícula. De acordo com Melo et al. (2009) a alta velocidade germinativa está relacionada a quantidade de lipídios presentes na semente, ou seja, quanto maior for o conteúdo de lipídios presente na semente, mais rápida será sua germinação.

Dois dias (A2) após o plantio ocorreu a ruptura do tegumento e o aparecimento da raiz primária (Fig. 2). No sexto dia (A3) a raiz principal alonga-se, aos 11 dias (A4) ocorreu a formação da zona pilífera, a raiz primária alongou-se e as secundárias estão formadas, o hipocótilo é pouco perceptível e permanece ao nível do solo, permanecendo assim durante todo o desenvolvimento da plântula. Aos 16 dias (A5) o epicótilo começa a se desenvolver. Aos 18 dias (A6) ocorre o surgimento dos eofilos, aos 21 dias (A7) eofilos imaturos de coloração castanho claro avermelhado (2.5YR6/8), com 25 dias (A8) os eofilos estão mudando a sua coloração, ficando mais esverdeados, também foi possível observar em algumas plântulas a expansão de um eofílo, que se destaca tornando-se maior que os outros (Fig. 3).

Fig. 2 Desenvolvimento germinativo de *V. americana*. A1: semente quiescente; A2: 2 dias de germinada; A3: aos 6 dias; A4: aos 11 dias; A5: aos 16 dias; A6: aos 18 dias; A7: aos 21 dias; A8: aos 25 dias; A9: 30 dias.

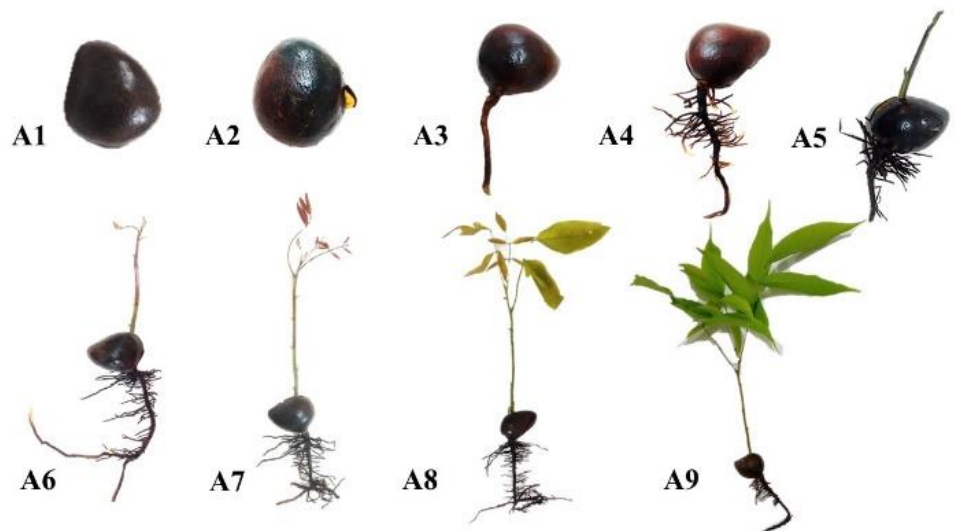


Fig. 3 Expansão de um doseofilos de *V. americana* durante o desenvolvimento da plântula.



Segundo Santos (2002) o hormônio de crescimento das plântulas (auxina) vem principalmente dos eofilos em expansão e o sincronismo entre metabolismo de reservas, expansão foliar e disponibilidade solar proporcionam maior sucesso no estabelecimento das plântulas de *Hymenaea courbaril*. Pereira et al. (2011) notaram que sementes menores tendem a abrir e expandir mais rapidamente os eofilos que as sementes maiores. Sendo assim, como a expansão da área foliar de um eofilo foi observada apenas em 10% dos indivíduos essa pode ser uma estratégia das plântulas de *V. americana* oriundas de sementes menores para captar luminosidade, auxiliar no crescimento e desenvolvimento das plântulas e aumentar suas chances de estabelecimento.

A partir do 30º dia (A9) os eofilos estavam completamente desenvolvidos, e a planta formada. Para a morfologia de *V. americana* foi encontrado apenas a dissertação de Pereira (2017) onde os caracteres morfológicos descritos foram semelhantes aos visualizados neste trabalho, levaram 34 dias para estarem completamente formadas, neste trabalho as plantas de *V. americana* levam entre 30 e 34 dias após o início da germinação para estarem formadas completamente com parte aérea e sistema radicular.

Mobilização de reservas dos cotilédones de espécies de Fabaceae durante o desenvolvimento germinativo

A semente garante a germinação e o estabelecimento das plântulas através da mobilização de reservas contidas em seu interior (Demincis et al., 2009; Santos et al., 2009; Paula et al., 2016). As espécies utilizam estratégias diferentes de germinação e desenvolvimento da plântula, essas estratégias podem ser visualizadas na mobilização de reservas que ocorre durante todo esse processo. Corte et al. verificaram que a *Caesalpinia peltophoroides* Benth, espécie nativa brasileira, utilizou carboidratos e proteínas durante a germinação e lipídios no desenvolvimento das plântulas. Em outros estudos verificou-se a influência de fatores abióticos na mobilização dessas reservas como temperatura (Felix et al., 2020), substrato (Reis et al., 2020), semeadura (Zuffo et al., 2020) entre outros.

Sementes de *D. odorata* apresentaram maior concentração de açúcares solúveis totais, suas sementes quiescentes possuem em média 195,09 mg/g MS de AST, sendo consumidos durante a germinação nos estádios C2 e C3, chegando à concentração de 148,01 mg/g MS de AST no estágio C3 (Fig. 4).

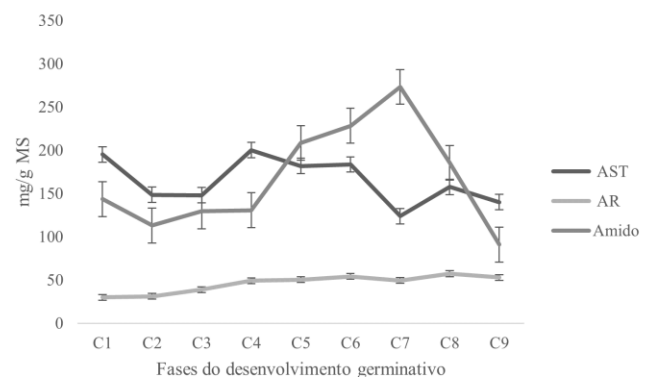


Fig. 4 Conteúdo de Açúcares solúveis totais - AST, açúcares redutores - AR e amido em mg/g MS dos cotilédones de diferentes estágios de desenvolvimento germinativo de *Dipteryx odorata*.

No estágio C4 os níveis de AST aumentaram, sendo neste período do desenvolvimento germinativo a maior concentração de AST (200,18 mg/g MS) dentre todos os outros estágios. No C5 o teor de AST reduziu e manteve-se constante até o C6, diminuindo significativamente na fase C7, sendo este o estágio que apresentou a menor concentração de AST (123,90 mg/g MS). No estágio mais avançado do processo germinativo e desenvolvimento da planta C8 os níveis de açúcares aumentaram novamente (157,68 mg/g MS), tomam a cair no tratamento C9 (139,93 mg/g MS), esse tratamento consiste nos cotilédones que se desprenderam da plântula, uma vez que as folhas já estão formadas.

A *D. odorata* apresentou o maior teor de AST e dentre as 4 espécies amazônicas analisadas por Melo et al. (2009) sendo ela consumida durante todo o seu estágio germinativo e desenvolvimento da plântula e formação da planta. Em outras espécies pertencentes a família Fabaceae ou não, a concentração de açúcares solúveis diminui durante a germinação tais como *P. Multijuga* e *P. Pendula* (Santos 2012), *O. coarctata* (Reis 2020), *P. nitens* (Santos et al. 2019) e *A. polyneuron* (Rodrigues et al. 2019).

Durante a germinação da *D. odorata* o teor de açúcares redutores aumentou gradativamente (Fig. 4) de 30 mg/g MS na semente quiescente até 54,18 mg/g MS no início da formação das plântulas aos 10 dias (C6) no C7 o teor cai para 49,46 mg/g MS, já no C8 aumenta para 57,27 mg/g MS e ao final quando a planta estava formada (C9) o teor era de 52,90 mg/g MS, apesar da variação na concentração de AR nos últimos estágios de desenvolvimento da plântula e formação da planta, estes não diferem entre si. Nos cotilédones de *Caesalpinhiapyramidalis* o teor de AR aumentou durante a embebição (Dantas et al. 2008a), já durante esse mesmo período em sementes de *Mimosa flocculosa* as concentrações dessa reserva permaneceram constantes não aumentando significativamente (Ribeiro et al. 2019).

O teor inicial de amido na semente quiescente de *D. odorata* (C1) foi de 143,46 mg/g MS essa reserva foi sendo degradada desde o início da germinação, durante a emissão da radícula (C2), porém a partir do alongamento da raiz pivotante (C3) e nas demais fases de desenvolvimento da plântula esse teor foi aumentando gradativamente atingindo a maior concentração no estágio C7 (273,29 mg/g MS) onde a plântula já está formada, no final da formação da planta C8 esse composto diminui para 185,39 mg/g MS, e no C9 fase de senescência e abscisão dos cotilédones essa reserva encontra-se em menor concentração 90,95 mg/g MS. Comportamento semelhante foi observado em sementes de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) (Alencar 2014).

Nos cotilédones de *Apuleia leiocarpa* o teor e amido aumentou significativamente durante o período inicial de germinação (Pontes et al. 2002). Segundo Cruz et al. (2004) o acúmulo dessa reserva pode ocorrer devido a deficiência de nitrogênio e menor formação de proteínas e aminoácidos. Outra razão para o aumento no teor desse composto é o acúmulo de produtos oriundos da degradação de lipídios que poder ser parcialmente convertidos em amido (Pontes et al. 2002).

As sementes de *V. americana* (A1) apresentaram teor inicial de AST de 63,73 mg/g MS, aumentando 113,89% (136,31 mg/g MS) no estágio A2 e mais 8,10% (147,35 mg/g MS) durante o alongamento da raiz primária (A3), a partir da fase A4 (84,50 mg/g MS) as concentrações de AST reduzem, diminuindo de forma constante até o estágio A7 (57,76 mg/g MS) onde foi verificado a menor concentração de AST durante todo o desenvolvimento (Fig. 5), nos tratamentos A8 e A9 há a retomada na concentração e um aumento significativo dessa reserva (66,86 e 106,31 mg/g MS respectivamente). Uma vez que os níveis de AST são mantidos próximos aos valores iniciais de semente quiescente com tendência de aumento ao longo do desenvolvimento, esse acúmulo pode dever-se cotilédone não se desprende da plântula.

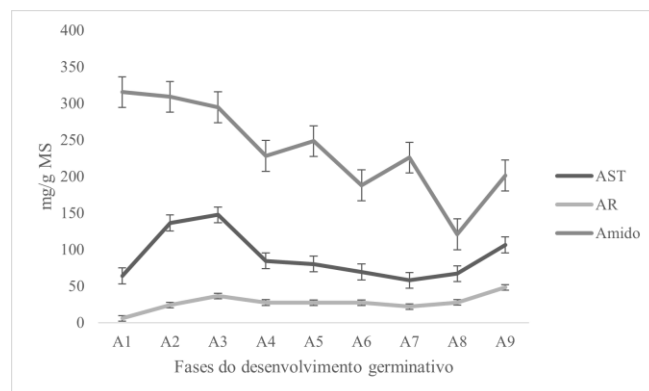


Fig. 5 Conteúdo de Açúcares solúveis totais - AST, açúcares redutores - AR e amido em mg/g MS dos cotilédones de diferentes estágios de desenvolvimento germinativo de *Vouacapoua americana*.

Esse comportamento foi verificado em sementes de *Pakiamultijuga* em temperaturas maiores que 35°C (Santos 2012) e em *Hymenaeacourbaril* (Melo et al. 2009) esse aumento inicial no teor de AST podem ser oriundos da conversão de lipídios em carboidratos (Felix et al. 2020).

A concentração de AR aumentou consideravelmente no início da germinação (A2 e A3) de *V. americana*, o teor inicial era de 5,8 mg/g MS, indo para 23,94 mg/g MS (A2) e 36,50 mg/g MS no estágio A3. No A4 os valores de AR caíram para 27,39 mg/g MS e mantiveram-se constante durante os demais estágios, aumentando ao final do processo de desenvolvimento da

plântula (A9) para 48,16 mg/g MS. Em sementes de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) as concentrações de AR permaneceram constantes até a emissão da radícula, aumentando gradativamente após esse estágio (Alencar 2014).

Nas duas espécies as concentrações de açúcares redutores aumentam em relação ao teor inicial, durante todo o período de germinação e desenvolvimento da plântula. O aumento de açúcares redutores pode ter ocorrido devido a utilização de oligossacarídeos da família da rafinose que são utilizados como fonte de energia durante a germinação (Pontes et al. 2002). Segundo Ramos et al. (2014) o aumento dessa reserva em plântulas de Angico devido ao ajuste osmótico da própria planta em adaptação a salinidade do solo.

A *V. americana* apresentou teores de amido mais elevados que os encontrados em *D. odorata* (Fig. 5). inicialmente a semente de *V. americana* possuía 315,21 mg/g MS de amido que foi sendo consumido ao longo de todo o desenvolvimento germinativo, observou-se ainda algumas oscilações dessa reserva e no estágio A8 as concentrações de amido foram as mais baixas 120,56 mg/g MS. Nesse estágio as plântulas já estavam formadas, ou seja, o amido foi degradado em grandes quantidades durante o processo germinativo e formação da plântula. Essa reserva fornece energia para a composição de novos tecidos durante a germinação e desenvolvimento da plântula (Magalhães et al. 2010). Em sementes de *O. coarctata* houve alta mobilização do amido durante a germinação (Reis et al. 2020). Na última fase A9 onde as plantas jovens já estão formadas os níveis de amido presente nos cotilédones aumentou, como até essa etapa os cotilédones não se desprenderam da planta pode ser que ele sirva de reserva.

No geral, as Fabáceas fisiologia rica em proteínas (Saikia et al., 2020). Porém em ambas as espécies os teores encontrados para essa reserva foram baixos.

A concentração de proteínas solúveis totais em *D. odorata* permaneceu constante até a fase C4 diminuindo drasticamente a partir da fase C5 onde inicia-se o surgimento das raízes secundárias e a elevação do epicótilo. A semente quiescente (C1) de *D. odorata* apresentou 16,11 mg/g MS de proteínas solúveis, caindo para 13,06 mg/g MS no início da germinação (C2), após essa fase o teor aumentou para 15,91 mg/g MS (C3) e na fase C4 diminuiu para 15,09 mg/g MS. Entre as fases C1 e C4 houve pequenas oscilações nos teores de PTN, porém sem muita variação. A partir do tratamento C5 os teores caíram (4,86 mg/g MS), a menor concentração foi na fase C6 (2,75 mg/g MS) onde ocorre o alongamento do epicótilo e expansão das raízes secundárias, nas fases C7 em diante os níveis aumentaram gradualmente C7 (3,89 mg/g MS), C8 (4,73

mg/g MS) e C9 (5,27 mg/g MS), mas permaneceram menores que a concentração inicial (Fig. 6).

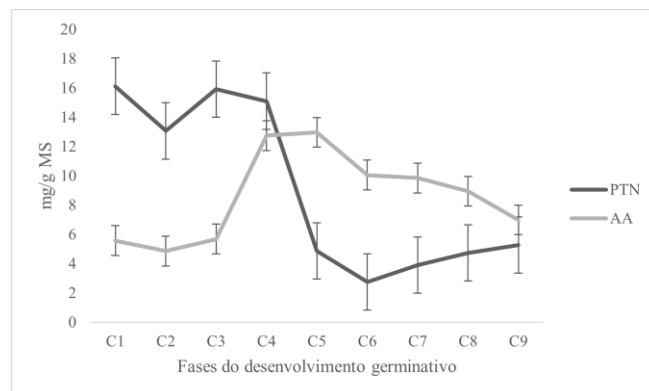


Fig. 6 Conteúdo de proteínas solúveis totais – PTN e aminoácidos totais - AA em mg/g MS dos cotilédones de diferentes estágios de desenvolvimento germinativo de *Dipteryx odorata*.

Os níveis iniciais de aminoácidos nas sementes de *D. odorata* foram 5,57 mg/g MS (C1), e durante o início da germinação ocorre algumas oscilações, porém é possível notar aumentos nas concentrações, nas fases C4 e C5 (12,74 e 12,96 mg/g MS), nos demais estágios as concentrações foram diminuindo gradativamente, chegando a 6,98 mg/g MS no C9, porém no final do desenvolvimento da plântula o teor ainda foi maior que o encontrado inicialmente na semente.

O teor de aminoácidos está ligado as concentrações de proteínas, uma vez que estas ao serem degradadas formam aminoácidos que ao se juntarem irão compor novas proteínas (Melo 2013). Como as concentrações de proteínas foram baixas os níveis de aminoácidos também permaneceram baixos, sendo possível notar que nos estágios de maior redução no teor das PTN houve um maior incremento nas concentrações de AA.

Nas sementes de *V. americana* o teor inicial de PTN foi 3,13 mg/g MS valor este que aumentou até a fase A3 (8,11 mg/g MS), após essa fase os teores de proteínas começaram a cair, chegando a 2,76 mg/g MS no fase A5, a partir desse estágio de desenvolvimento germinativo os teores aumentaram novamente, no tratamento A6 e A7 mantiveram o mesmo teor 3,17 mg/g MS, valor este que ficou próximo ao A5 (2,76 mg/g MS), na fase A8 os níveis encontrados foram 4,15 mg/g MS e no período A9 (9,66 mg/g MS) o maior teor encontrado durante todo o desenvolvimento da semente. E as maiores concentrações de AA foram nas fases A2 e A3 com, 3,92 e 3,45 mg/g MS, respectivamente, nos demais estágios de desenvolvimento os níveis de aminoácidos não chegaram a 3 mg/g MS, ao

final do desenvolvimento A9 o teor de AA foi bem próximo ao teor inicial da semente, 2,31 mg/g MS (Fig. 7).

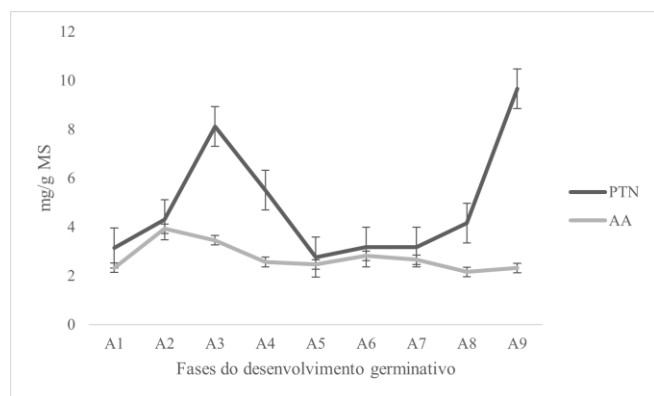


Fig. 6 Conteúdo de proteínas solúveis totais – PTN e aminoácidos totais - AA em mg/g MS dos cotilédones de diferentes estágios de desenvolvimento germinativo de *Vouacapoua americana*.

Durante o desenvolvimento germinativo de *V. americana* a relação entre os teores de AA e PTN foi pouco significativa, pois os teores de AA apresentaram pouca variação quando comparado com as PTN. Durante a germinação as proteínas são as principais fontes de aminoácidos e qualquer alteração nos níveis dessas reservas podem inibir o estabelecimento da fotossíntese e crescimento da plântula (Angelovici et al. 2011). Nas duas espécies o teor de aminoácidos foi baixo, corroborando com Ori (2006) que afirma que esse composto se apresenta geralmente em menores quantidades nos tecidos vegetais.

Durante o desenvolvimento germinativo de *D. odorata* as frações protéicas albumina e globulina apresentaram teores bem próximos, seguindo o mesmo padrão até a fase C5, a partir do estágio C6 a globulina aumenta gradualmente até a formação completa da plântula, porém o teor final de globulina (6,82 mg/g MS) é bem próximo a concentração inicial (6,37 mg/g MS), a variação dessa reserva entre as fases foram bem baixas, sendo o menor teor dessa fração encontrado na fase C5 (4,22 mg/g MS), já a concentração de albumina caiu para 3,35 mg/g MS e aumenta gradativamente nas fases C7 e C8, 5,73 e 6,62 mg/g MS, respectivamente, reduzindo sua concentração na fase C9 (4,83 mg/g MS).

A concentração de prolamina também não sofreu grande variação, seu teor inicial (C1) era 1,51 mg/g MS e a final (C9) 1,38 mg/g MS, a menor concentração dessa proteína ocorreu na fase C6 (0,79 mg/g MS) e a maior na fase C4 (1,60 mg/g MS). A glutelina foi a fração proteica com as maiores concentrações em todas as fases da germinação e formação das plântulas e a que proteína que foi mais degradada pela planta, o teor inicial encontrado para essa reserva foi 14,61 mg/g MS e o final foi 5,91 mg/g

MS. Na fase C6 foi onde essa proteína foi mais consumida reduzindo de 13,56 mg/g MS na fase C5 para 7,56 mg/g MS na fase C6, no estágio C7 os níveis de glutelina aumentaram para 10,90 mg/g MS, no C8 o teor foi bem próximo ao do estágio anterior (10,36) caindo drasticamente ao final do processo para 5,91 mg/g MS (Fig. 7).

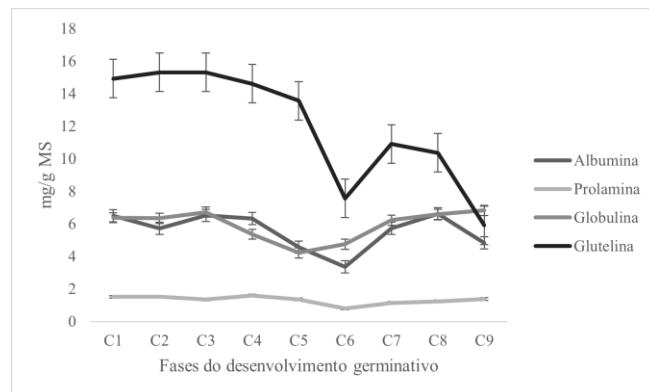


Fig. 7 Conteúdo de fracionamento de proteínas (albumina, prolamina, globulina e glutelina) em mg/g MS dos cotilédones de diferentes estágios de desenvolvimento germinativo de *Dipteryx odorata*.

A concentração inicial encontrada no fracionamento de proteínas para *V. americana* foram 2,85 mg/g MS para albumina, 4,34 mg/g MS para prolamina, 3,21 mg/g MS para globulina e 13,51 mg/g MS para glutelina. Os teores de albumina, prolamina e globulina mantiveram-se bem próximos em todas as fases de desenvolvimento pós-seminal da espécie, já a glutelina apresentou níveis bem mais elevados que as demais frações proteicas (Figura 8).

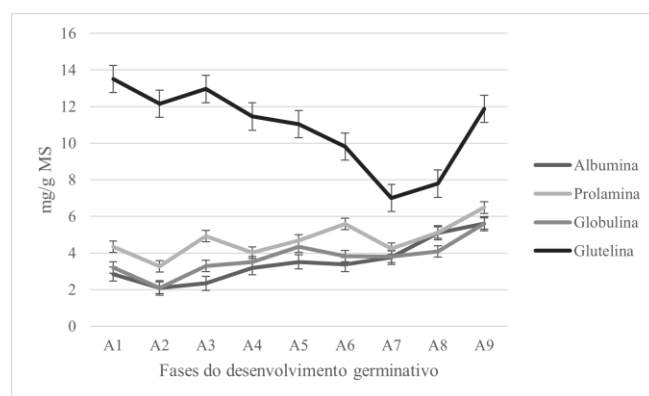


Fig. 8 Conteúdo de fracionamento de proteínas (albumina, prolamina, globulina e glutelina) em mg/g MS dos cotilédones de diferentes estágios de desenvolvimento germinativo de *V. americana*.

Os níveis da proteína das 4 frações proteicas analisadas diminuem na fase A2 para 2,09 mg/g MS (albumina), 3,27 mg/g MS (prolamin a), 2,10 mg/g MS

(globulina) e 12,15 mg/g MS (glutelina). Nas demais fases A3 até a A9 a proteína albumina aumenta gradativamente de 2,34 mg/g MS para 5,60 mg/g MS. Para prolamina o menor teor foi identificado na fase A2, nas demais fases os níveis aumentam gradativamente de 4,92 mg/g MS (A3) para 6,48 mg/g MS (A9), porém sofrem algumas oscilações na fase A4 e A7 caindo para 4,02 mg/g MS e 4,23 mg/g MS, respectivamente.

Em relação a globulina, está aumentando gradativamente até a fase A5 (4,34 mg/g MS), nos estágios A6 e A7 caem para 3,83 e 3,89 mg/g MS, respectivamente, aumentando nos próximos estágios, variando apenas na fase A9, estágio este que apresentou o maior teor dessa proteína (5,61 mg/g MS). A glutelina foi a proteína mais consumida durante o desenvolvimento pós-seminal, suas concentrações foram diminuindo chegando ao menor nível na fase A7 com 7 mg/g MS, nas últimas fases o teor tomou a aumentou, de 7,79 mg/g MS (A8) e 11,88 mg/g MS (A9), porém o valor final foi menor que o inicial, diferente das demais frações proteicas onde a concentração final foi maior que a inicial.

Neste trabalho as reservas proteicas que mais sofreram variação foram a albumina e a glutelina durante o estágio de formação das plântulas. Observou-se que durante o processo germinativo não houve alterações significativas das outras reservas proteicas para as duas espécies analisadas. Em sementes de *Schinopsis brasiliensis* as albuminas, prolamina e globulinas foram utilizadas no início da embebição da semente, e quanto as glutelinas, seus níveis foram os mais baixos (Dantas et al. 2008b).

Em ambas as espécies estudadas a glutelina foi a fração proteica que mais se destacou e foram utilizadas pela plântula para seu desenvolvimento, isso pode ser explicado devido a presença de aminoácidos essenciais para planta nessa proteína, como metionina e cistina (Molina 2010). Segundo Ribeiro et al. (2021) a albumina foi a proteína que mais sofreu oscilações durante o início da germinação em *Mimosa flocculosa* e a glutelina foi a proteína mais utilizada durante o período de desenvolvimento da plântula em que há maior necessidade de produção de ATP. Nas espécies estudadas houve um aumento discreto no teor de globulina durante o desenvolvimento da raiz primária, o mesmo comportamento foi observado na germinação de *Phaseolus vulgaris* (Ehrhardt-Brocardo e Coelho 2022).

Em *V. americana* os níveis de AST, AR, PTN, amido, prolamina, globulina e glutelina aumentam ao final do desenvolvimento da plântula, isso deve ocorrer porque o cotilédone não se desprende da planta e sirva como órgão de reserva. Segundo Santos (2012) quando as plântulas estão completamente formadas, e a planta jovem se forma estas podem contribuir com a produção de reservas orgânicas através da fotossíntese.

Composição química das substâncias de reserva das sementes

A composição química referente ao conteúdo das reservas presentes nas sementes de *D. odorata* e *V. americana* está apresentada na Fig. 9.

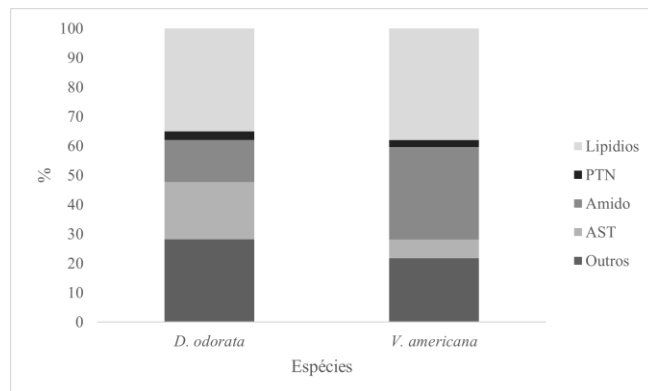


Fig. 9 Composição química (%) das substâncias de reservas de *D. odorata* (cumaru) e *V. americana* (acapu). AST (açúcares solúveis totais); AR (açúcares redutores); amido; PTN (proteínas solúveis totais); AA (aminoácidos solúveis totais), lipídios e outros.

Em *D. odorata* os açúcares solúveis totais foram responsáveis por 19,51% da composição da semente sendo a segunda reserva mais expressiva na semente. De acordo com Sasaki (2008) os valores de açúcares solúveis totais em sementes de Fabaceae, no geral, variam entre 5-10%. Porém algumas espécies de leguminosas apresentam teores de AST acima da média para a família, como exemplo em sementes de *Parkia pendula* o teor foi de 15% (Santos 2012), em *Parkia discolor* 11,8% e *Albizia subdimidiata* 32,1% (Melo 2013). Sementes de *Stryphnodendron adstringens* encontram-se abaixo da média 2,31% (Souza et al. 2014). Em espécies de crescimento acelerado, como é o caso da *D. odorata*, e com concentrações de AST acima de 15%, essas espécies utilizam esses açúcares nos estágios iniciais de germinação e desenvolvimento da planta, ao passo que, espécies com teores próximos ou inferiores a 5% não utilizam essa reserva durante a germinação (Santos 2012).

Dos AST presentes nas sementes quiescentes de *D. odorata* 3% são açúcares redutores (AR). Em sementes de *Melanoxylon brauna* a concentração de AR encontrada foi de 0,45%, em *Stryphnodendron adstringens* o teor quantificado foi de 0,61% (Souza et al. 2014). A quantidade de AR encontrada para *D. odorata* é superior ao quantificado nas espécies citadas acima, possivelmente devido a grande quantidade de AST existente na sua semente, valor acima da média para a família.

Nas espécies pertencentes a família Fabaceae o amido encontra-se armazenado nos cotilédones (Sasaki 2008). As sementes quiescentes de *D. odorata* possuem 14,35% dessa substância. Em outras espécies esse composto pode ser encontrado em diferentes concentrações. Sementes quiescentes de *Albizia subdimidiata* possui 0,4%, *Parkia discolor* 3,3% (Melo 2013) em outras espécies de *Parkia* (*Parkia multijuga* e *Parkia pendula*) os teores foram acima de 25% (Santos 2011). As quantidades de amido encontrada mais próximas a sementes de *D. odorata* (14,35%) foram em sementes de *Erythrina velutina* que possui 20% de amido (Silva et al. 2019).

A *V. americana* possui 6,37% de AST, teor inferior ao encontrado para *D. odorata*, porém dentro da média para a família Fabaceae. Segundo Sasaki (2008) a média para a família Fabaceae encontra-se entre 5-10%, concentrações encontradas pelo autor em sementes quiescentes de *Dimorphandramollis* (6,31) valor este bem próximo ao encontrado para *V. americana*, *Copaiferalangsdorfii* (5,91%) e *Acosmiunsubelegans* (10,16%). Outras espécies também se encontram dentro dessa média como *Melanoxylon braúna* com 8,01% (Souza et al. 2014) e *Canavaliagladiata* com 7,5% (Spoladore e Teixeira, 1987).

Desses 6,37% de AST 0,59% são de AR. Em sementes *Melanoxylonbrauna* a concentração de AR encontrada foi de 0,45%, em *Stryphnodendronadstringens* o teor quantificado foi de 0,61% (Souza et al. 2014) valores próximos aos encontrados para *V. americana*. Com os resultados encontrados para as duas espécies as concentrações de AR em sementes podem variar significativamente de espécie para espécie dentro da mesma família, de acordo com a concentração de açúcares solúveis totais.

Para as sementes de *V. americana* o amido foi o segundo componente com maior representatividade entre as reservas, correspondendo a 31,52% do conteúdo da semente. Esse composto é o principal carboidrato de reserva de muitas plantas (Sasaki 2008) por isso em algumas espécies é encontrado em grandes quantidades. E sementes quiescentes de *Chloris virgata* e *Astragalus adsurgens* a concentração de amido foi 48,2% e 47,3% respectivamente (Zhao et al. 2018).

A quantidade de proteínas solúveis totais foi baixa par ambas as espécies. Em *D. odorata* o teor de PTN foi 2,93%, valor baixo em comparação com outras espécies do mesmo gênero, como *Dipteryx alata* onde o teor de proteína na semente foi de 25,81% (Batista e Sousa 2019). Em, *Ormosia coarctata* espécie pertencente à família Fabaceae as sementes apresentaram 16,60% de proteína (Reis et al 2020) e em *Astragalus armatus*, *A. caprinus* e *A. gombiformis* os teores de proteína foram maiores que 52% (Mahmoudi et al. 2021).

Dos 2,93% de PTN presentes nas sementes quiescente de *D. odorata* a glutelina foi predominante com 1,49%, a prolamina teve menor representatividade nas sementes dessa espécie com 0,15%, a albumina corresponde a 0,65% e a globulina 0,64% (Fig. 10).

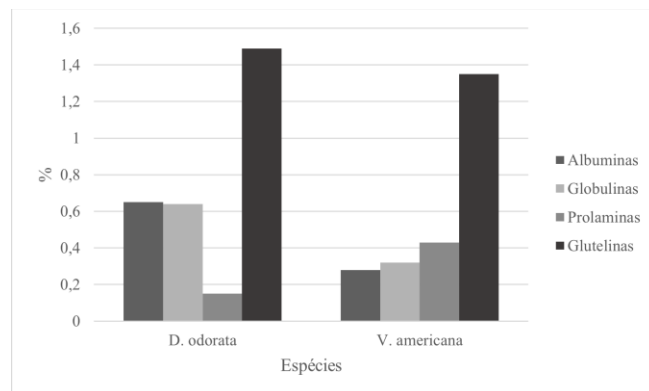


Fig. 10 Fracionamento de proteínas de sementes de *D. odorata* e *V. americana*.

Quando se busca quantificar as proteínas de reservas, geralmente as globulinas e as albuminas são as frações proteicas que mais se destacam nas sementes. Segundo Soares (2018) as albuminas e globulinas foram as proteínas de reserva predominantes em sementes de Fabaceae. Espécies como *Astragalus armatus*, *A. caprinus* e *A. gombiformis* seguem esse padrão (Mahmoudi et al. 2021). Porém em sementes de *Bauhinia forficata* as globulinas representam o maior teor (8,93%) e as glutelinas o segundo maior valor (6,69%) (Faria et al. 2004). Já em sementes de *Hymenaea courbaril* as glutelinas foram encontradas em maior quantidade (2,35%), seguidas pela albumina com 2,06%, prolaminas com 1,21% e globulina com 0,38% (Souza et al. 2012).

Em sementes quiescentes de *V. americana* foram encontrados 1,35% de glutelina, 0,43 % prolamina, 0,32% globulina e 0,28% albumina, sendo essa a proteína com menor representatividade na semente. De acordo com Pinto et al. (2005) não é comum em sementes de Fabaceae a predominância de glutelinas, sendo estas encontradas em maior quantidade em outras famílias. Em sementes de *Hevea brasiliensis* (Euphorbiaceae); *Mizilaurus itaúba*, (Lauraceae); *Byrsonima lancifolia* (Malpighiaceae) e *Eschweilera ovata* (Lecythidaceae) a glutelina foi a fração de proteína com maior teor em comparação com as albuminas, prolaminas e globulinas (Bonome 2006; Souza et al. 2012). Já em sementes de *Schinopsis brasiliensis* pertencente à família Anacardiaceae as globulinas foram as

proteínas de reserva mais abundantes e as glutelinas apresentaram os teores mais baixos (Dantas et al., 2008a).

No total o conteúdo de PTN nas sementes quiescentes de *V. americana* foram 2,38%. Essas sementes são recalcitrantes e de curta viabilidade (Souza et al., 2000). As sementes não tolerantes à dessecação geralmente apresentam tamanho maior que as ortodoxas e as sementes de *V. americana* possuem grandes dimensões e tegumento resistente e duro (EMBRAPA, 2006). As baixas concentrações de PTN podem explicar a baixa viabilidade dessa semente, isto porque segundo Eichelberger et al. (2002) a baixa capacidade de síntese de determinadas proteínas podem ser um fator determinante na viabilidade das sementes. E como o teor de proteínas nessa semente é muito baixo, isso pode causar a degradação de quantidade de proteínas para garantir a viabilidade das sementes.

Normalmente a proteína é uma das principais reservas presentes na massa seca de plantas (Ori 2006). No geral, as Fabáceas possuem a capacidade para formar nódulos com Rhizobia para fixar nitrogênio e fisiologia rica em proteínas (Saikia et al., 2020). Porém nas duas espécies estudadas notamos que as sementes apresentaram quantidade de proteínas inferior ao que normalmente é encontrado, os valores baixos podem ter relação com situações de estresse que as plantas passaram por determinado período, ou possivelmente por ter os lipídios e o amido como principal fonte de energia, e essas sejam as principais reservas utilizadas pela semente durante a germinação.

A baixa concentração de PTN em sementes de Fabaceae é comum em espécies oriundas de áreas alagadas, a exemplo de *Parkia discolor* e *Albizia subdimidiata* onde os teores de proteínas foram menores que 3% (Melo, 2013). Porém a *D. odorata* e a *V. americana* são espécies de terra firme (Souza et al. 2000; Pesce 2009). Outra situação de estresse que causa a diminuição nos teores de proteínas nas sementes produzidas pela planta é baixa disponibilidade de nitrogênio presente no solo (Gomes Junior e Sá 2010). O estudo da viabilidade de sementes é uma forma de compreender o comportamento fisiológico das sementes durante o armazenamento, e a quantificação de proteínas é uma das análises indispensável para compreender o comportamento fisiológico durante esse processo, uma vez que, são as proteínas que garantem a proteção da estrutura de membranas celulares (Pompelli 2017).

A reserva de maior representatividade na semente quiescente das espécies foram os lipídios, em *D. odorata* esse composto correspondeu a 35%. Em estudos com *Dipteryx alata* espécie do mesmo gênero e bem semelhante a *D. odorata* o teor de lipídios das sementes variou entre 35,75% e 41,97% (Takemoto et al. 2001; Martins 2006; Batista e Sousa 2019) valores superiores, porém ainda

próximos ao encontrado para *D. odorata* (35%). Para Takemoto et al. (2001) os teores de lipídios em semente de *D. alata* podem variar de acordo com a localização das matrizes. Pode-se deduzir também que para o gênero *Dipteryx* os teores de lipídios presentes nas sementes variaram entre 35 e 42%. Já as sementes de *Ormosia coarctata*, espécie pertencente a mesma subfamília da *D. odorata* (Papilionoideae) apresentaram cerca de 8,2% de lipídios (Reis et al. 2020), valor bem abaixo ao encontrado nesse trabalho.

Em *V. americana* os lipídios representaram 38% da composição da semente, sendo essa sua principal reserva. Espécies da mesma subfamília botânica da *V. americana* apresentaram ampla variação nos teores de lipídios, em *Caesalpinia peltophoroides* esse composto constitui 50% do conteúdo de reservada semente (Corte et al. 2006); a semente de *Melanoxylon brauna* possui 39,3% de teor de lipídios (Ataíde et al. 2017), valor bem próximo ao da *V. americana* (38%). Por outro lado, sementes de *Caesalpinia chinata* apresentaram 17,6% de lipídios totais em sua composição (Mello 2008). Em espécies de outras subfamílias de Fabaceae os teores de lipídios também variaram bastantes, na subfamília Faboideae, a espécie *Erythrina velutina* apresentou 11,6% de lipídios e a *Erythrina speciosa* 23,3% (Silva et al. 2019; Mello 2008). Espécies do gênero *Inga* (subfamília Mimosoideae) apresentaram os menores rendimentos de lipídios sendo a *Inga alba* com 2,49% e *Inga cylindrica* com 2,62% (Caramoriet al. 2008). Em *Inga vera* foram relatados conteúdos bem baixos desse mesmo componente (0,3%) (Mello 2008). Segundo Melo (2013) o uso dessa reserva pode sanar as necessidades energéticas para estabelecimento da plântula durante a fase inicial de germinação.

De acordo com os resultados obtidos pode-se perceber que dentro da família Fabaceae há grande variação nos teores dessa reserva. Os lipídios são uma importante fonte de energia nas sementes, sendo responsáveis pela germinação e desenvolvimento das plântulas, juntamente com outras reservas.

Conclusão

Em *D. odorata* foi observado o consumo das reservas até a formação da plântula e abscisão dos cotilédones, em *V. americana* quando as plântulas estavam completamente formadas as reservas tendiam a aumentar novamente, possivelmente pelo acúmulo de reservas oriundas da fotossíntese.

De acordo com os resultados obtidos as duas espécies estudadas têm como principal reserva os lipídios, e os carboidratos solúveis totais ou de reservas como segunda principal fonte energética, sendo essas reservas utilizadas na

fase inicial do desenvolvimento das plântulas. Quanto aos lipídios não foi possível observar a mobilização desde durante o desenvolvimento da planta, sendo necessário estudos mais aprofundados da utilização dessa reserva nessas espécies.

As proteínas solúveis e de reserva presentes nas sementes das suas espécies foram baixas, em relação a família Fabaceae. Das proteínas de reserva a glutelina foi a proteína com as maiores concentrações, valores que não correspondem com a literatura, não sendo comum para a família.

Os resultados obtidos são pioneiros para essas espécies e para espécies florestais nativas da Amazônia, com isso é necessário um aprofundamento de pesquisas desse cunho científico para compreender o porquê desses resultados e entender melhor o funcionamento dessas espécies, e com isso buscar estabelecer estratégias de conservação das sementes dessas espécies.

Referências

- Alencar, N. L. M. (2014). Mobilização de Reservas Endospermicas de Pinhão-Manso Durante a Germinação e Desenvolvimento da Plântula Sob Condições de Estresse Salino. [Tese/ Doutorado em Bioquímica]. [Fortaleza (CE)]; [Universidade Federal do Ceará].
- Alfredo, A. G. et al. 2001. Germinação de Sementes de Asteraceae Nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta bot. bras.* 15(2): 231-242.
- Alves, M. C. J. L., Lima, P. B., Lima, L. F. and Zickel, C. S. (2013). Descrição Morfológica Para Identificação Das Plântulas De Nove Espécies Lenhosas De Uma Floresta de Restinga. *Revista Biota Neotropical*, OnLine. 13:3. doi: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000300036>
- Angelovici, R., Fait, A., Fernie, A. R. and Galili, G. (2011). A seed high-lysine trait is negatively associated with the TCA cycle and slows down Arabidopsis seed germination. *New Phytologist*. 189. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03478.x
- Ataíde, G. da M., Borges, E. E. de L., Picoli, E. A. de T., Leite Filho, A. T. and Flores, A. V. (2017). Alterações nas Reservas de Sementes de Melanoxylonbrauna Schott. (Fabaceae Caesalpinoideae) Durante a Germinação em Diferentes Temperaturas. Agrária - *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 12:3. doi:10.5039/agraria.v12i3a5454
- Barroso, G. M.; Morim, M. P.; Peixoto, A. L. and Ichaso, C. L. F. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa (1999). 443 p.
- Batista, F. O. and Sousa, R. S. de. (2019). Compostos Bioativos em Frutos Pequenos (*Caryocar brasiliense* Camb.) e Baru (*Dipteryx alata* Vogel) e Seus Usos Potenciais: Uma Revisão. *Braz. J. of Develop.* 5:7. doi:10.34117/bjdv5n7-120
- Batista, M. A., Herrera, R. C., Campos, K. M. de, Lima, L. de O., Prates, H. U. S., Costa, R. C. L. da. (2020). Fenologia Reprodutiva e características de propágulos de *Vouacapoua americana* Aubl. *Scientia Amazonia*. 9:2.
- Bessa, D. T. O., Mendonça, M. S. de and Araújo, M. G. P. de. (2001). Morfo-Anatomia de Sementes de *Dipteryx Odorata* (Aubl.) Will. (Fabaceae) Como Contribuição ao Estudo Farmacognóstico de Plantas da Região Amazônica. *Acta amazônica*. 31:3.
- Bonome, L. T. da S. (2006). Physiological, Biochemical and Molecular Alterations in Rubber Seeds [*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex Adr. De Juss) Müell.-Arg.] During Storage. [Doctorate in Plant Physiology]. [Lavras (MG)] [Federal University of Lavras].
- Bradford, M. M. (1976). Rapid and Sensitive Method for The Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing The Principle of Protein-Dye Binding. *Analyt. Biochem.* 72.
- Campos, K. M. de. (2020). Vouacapoua americana Aubl. (Fabaceae): Parâmetros Morfológicos e Ambientais Relacionados ao Desenvolvimento de Mudanças. [Dissertação/Mestrado em Biodiversidade e Conservação]. [Altamira (PA)]; [Universidade federal do Pará].
- Caramori, S. S., Souza, A. A. and Fernandes, K. F. (2008). Caracterização bioquímica de frutos de *Inga alba* (Sw.) Willd. e *Ingacylindrica* Mart. (Fabaceae). *Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal*. 9:2.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. (2000). Vigor de sementes. In: _____. (Eds.). Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP. p.224-242.
- Corte, V. B., Borges, E. E. de L., Pontes, C. A., Leite, I. T. de, Ventrella, M. C. and Mathias, A. A. de. (2006). Mobilização de Reservas Durante a Germinação das Sementes e Crescimento das Plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinoideae). *R. Árvore*. 30:6. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000600009>
- Cruz, E. D. and Pereira, A. G. (Org's). (2016). Germinação De Sementes De Espécies Amazônicas: Acaçu (*Vouacapoua Americana* Aubl.). Embrapa Amazônia Oriental. 1:288.
- Cruz, J. L. et al. (2004). Crescimento e Partição de Matéria Seca e de Carbono no Mamoeiro em Resposta à Nutrição Nitrogenada. *Bragantia*, Campinas, v.63, n.3, p.351-361.
- Cunha, M. C. L. and Ferreira, R. A. (2003). Aspectos Morfológicos da Semente e do Desenvolvimento da Planta Jovem de *Amburana Cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith – Cumaru – Leguminosae-Caesalpinoideae. *Revista Brasileira De Sementes*. 25.
- Dantas, B. F., Correia, J. de S., Marinho, L. B. and Aragão, C. A. (2008). Alterações Bioquímicas Durante a Embebição de Sementes de Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.). *Revista Brasileira de Sementes*. 30:1. a.
- Dantas, B. F., Soares, F. S. de J., Lúcio, A. A. and Aragão, C. A. (2008). Alterações Bioquímicas Durante a Embebição de Sementes de Baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). *Revista Brasileira de Sementes*. 30:2. b.
- Deminicis, B. B. Et Al. Dispersão Natural De Sementes: Importância, Classificação E Sua Dinâmica Nas Pastagens Tropicais. *Arch. Zootec.* 58 (R): 35-58. 2009.
- Duarte, D. F., Giacomelli, F. B., Fernandes, S. Y., Souza, B. de O. and Moraes, G. A. de. (2021). Biometria e Potencial Germinativo em Sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert - Fabaceae. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*. 10:13. doi: 10.33448/rsd-v10i13.21204.
- Ducke, J. A. and Polhill, R. M. Seedlings of Leguminosae. In *Advances in Legume Systematics* (R.M. Polhill & P.H. Raven, eds.). *Royal Botanic Gardens, Kew*; (1981). 941-949.
- Ehrhardt-Brocardo, N. C. M. and Cileide Maria Medeiros Coelho, C. M. M. Mobilization of Seed Storage Proteins is Crucial to High Vigor in Common Bean Seeds. *Ciência Rural*. 52:2. <http://doi.org/10.1590/0103-8478scr20200894>
- Eichelberger, L., Maia, M. de S., Peske, S. T. and Moraes, D. M. de. (2002). Composição Química de Sementes de Azevém em Resposta ao Retardamento da Secagem e ao Armazenamento. *Pesq. Agropec. Bras.* 37:5.
- Embrapa. (2006). Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de Sementes Florestais Nativas. Comunicado técnico.

- Faria, R. A. P. G., Andrade-Neto, M., Pinto, L. S., Castellón, R. R., Calvete, J. J. and Cavada, B. S. (2004). Caracterização Química Parcial e Bioquímica de Sementes de *Bauhiniaforficata* link. ALAN. 54:3.
- Felix, F. C., Medeiros, J. A. D. de, Ferrari, C. dos S., Pacheco, M. V. and Torres, S. B. (2020). Molecular aspects during seed germination of *Erythrina velutina* Willd. under different temperatures (Part 1): reserve mobilization. *Journal of Seed Science*. 42. <http://dx.doi.org/10.1590/1545v42239839>
- Flora Brasil. (2021). Fabaceae. Jardim Botânico Do Rio De Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> [acessado em 28 de abril de 2021].
- Fontana, M., Pérez, V. and Luna, C. (2018). Efectodelorigen geográfico enlcalidad morfológica de plantas de *Prosopis alba* (Fabaceae). *Rev. Biol. Trop.* 66:2.
- Gomes Junior, F. G. and Sá, M. E. de. (2010). Proteína e qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da adubação nitrogenada em plantio direto. *Revista Brasileira de Sementes* [online]. 2010. 32:1. <<https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000100004>>.
- Gunn, C.R. (1991). Fruits and seeds of genera in the sub-family Caesalpinioideae (Fabaceae). Department of Agriculture, Technical Bulletin. 1755.
- Gonzalez, A. M. and Marazzi, B. (2018). Extrafloral Nectaries In Fabaceae: Filling Gaps In Structural And Anatomical Diversity In The Family. *Botanical Journal Of The Linnean Society*. 187:1. doi: <https://doi.org/10.1093/Botlinnean/Boy004>.
- Gurgel, E. S. C., Santos, J. U. M. dos, Lucas, F. C. A., and Bastos, M. de N. do C. (2012). Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. *Rodriguésia* 63:1.
- Hasanuzzaman, M., Araújo, S. and Gill, S. (2020). The Plant Family Fabaceae: Biology and Physiological Responses to Environmental Stresses. *Springer Nature Singapore Pte Ltd*.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA, (2018). 492 p.
- Instituto Do Homem E Meio Ambiente Da Amazônia (Imazon). (2021). <https://Imazon.Org.Br/Institucional/Nossos-Atributos/> [acessado em: 14 de janeiro de 2022].
- Ismael, J. C. B. (2009). Caracterização física de frutos e sementes, morfologia da plântula e secagem de semente de cumaru (*Dipteryx odorata* (AUBL.) Willd.). [Dissertação/Mestrado em Ciências Biológicas/Botânica Tropical]. [Belém (PA)]; [Universidade Federal Rural da Amazônia].
- Lima, C. D. P. (2018). Análise de Proteínas LEA em Sementes de Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) Submetidas ao Armazenamento. [Relatório/ Programa Institucional De Bolsas De Iniciação Científica – PIBIC/ Conservação de sementes nativas]. [Universidade Federal de Sergipe].
- Lima, S. C. De S., Marcomini, P. R. G., Quisen, R. C. and Mendonça, M. S. De. (2020). Morphoanatomic and Histochemical Aspects of Elaeis Oleifera (Kunth) Cortés Seed. *Journal Of Seed Science*. 42.
- Magalhães, S. R. de, Borges, E. E. de L. e and Berger, A. P. de A. (2010). Mobilização de Reservas no Eixo Embrionário e nos Cotilédones de Sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake Durante a Germinação. *Ciência Florestal* [online]. 20:4 <https://doi.org/10.5902/198050982417>.
- Mahmoudi, M., Abdellaoui, R., Boughalleb, F., Yahia, B., Mabrouk, M. and Nasri, N. (2021). Characterization of Lipids, Proteins, and Bioactive Compounds in the Seeds Of Three *Astragalus* Species. *Food Chemistry*. 330. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127824>
- Martinelli, G. and Moraes, M. A. (Orgs.). Livro vermelho da flora do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (2013). 1100 p.
- Martins, B. de A. (2006). Avaliação Físico-Química de Frutos do Cerrado in Natura e Processados para a Elaboração de Multimisturas. [Dissertação/mestrado em Ecologia]. [Goiânia (GO)]; [Universidade Católica de Goiás].
- Matos, L. S.; Serra, A. B. (2020). As Florestas No Meio De Vida Das Famílias Do Mosaico De Unidades De Conservação Do Lago De Tucuruí, Pará. *Revista Verde, Pombal, Parafba, Brasil*. 15:1.
- Mello, J. I. de O. (2008). Compostos de Reserva de Sementes e suas Relações com Diferentes Níveis de Sensibilidade à Dessecação e ao Congelamento. [Dissertação/Mestrado em Biodiversidade Vegetal e meio Ambiente]. [São Paulo (SP)] [Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente].
- Melo, R. B. de. (2013). Caracterização das Reservas das Sementes e Avaliação da Germinação e Formação de Plântulas de Nove Espécies Arbóreas de Florestas Alagáveis da Amazônia. [Dissertação/ Mestrado em Botânica]. [Brasília (DF)] [Universidade de Brasília].
- Melo, Z. L. de O., Gonçalves, J. F. de C., Mazzafera, P. and dos Santos, D. Y. A. C. (2009). Mobilization of seed reserves during germination of four tropical species of the Amazon Rainforest. *Seed Science and Technology*, 37(3), 597–607. doi:10.15258/sst.2009.37.3.09
- Mizubuti, I. Y. et al. *Métodos Laboratoriais de Avaliação de Alimentos para Animais*. 1ed. Londrina: Eduel, 2009.
- Molina, J. P. (2010). Fracionamento da Proteína e Estudo Termoanalítico das Leguminosas: Grão de Bico (*Cicer Arietinum*), Variedade Cícero e Tremoço Branco (*Lupinus Albus* L.). [Dissertação/Mestrado]. (Araraquara (SP)); [Universidade Estadual Paulista]. doi: <http://dx.doi.org/10.5016/DT000620150>
- Munsell Soil Color Company, Munsell soil color chats, Munsell color, Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, Baltimore, Maryland, USA. 1950, revised 1975. ed. 2015.
- Oliveira, E. C. Morfologia de plântulas. In: Aguiar, I. B. de; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. Sementes florestais tropicais. Brasília: *Abrates* (1993). 175-214 p.
- Oliveira, F. N. L. de, Moraes, K. N. O., Fernandes, N. C. de L., Bento, M. de C. and Mesquita, A. G. G. (2021). Comportamento germinativo de sementes de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. *Scientia Naturalis*. 3:5.
- Ori, S. S. (2006). Influência das auxinas no desenvolvimento e no teor de carboidratos solúveis, amido e proteína total solúvel em *Phalaenopsis amabilis* (Lineu) Blume (Orchidaceae) cultivada in vitro. [Dissertação/Mestrado em Biodiversidade Vegetal e meio Ambiente]. [São Paulo (SP)] [Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente].
- Paula, S. D. O., Sousa, J. A., Brito, E. S. De and Gallão, M. I. (2016). The Morphological Characterization of The Dry Seeds and Reserve Mobilization During Germination in *Morinda Citrifolia* L. *Revista Ciência Agrônômica*. 47:3.
- Pereira, A. G. (2017). Morfometria de Frutos, Sementes, Desenvolvimento Pós-Seminal, Plântulas e de Plantas Jovens e Fisiologia de Sementes de *Vouacapoua americana* Aubl. (Leguminosae). [Dissertação/Mestrado em Ciências Biológicas/Botânica Tropical]. [Belém (PA)]; [Universidade Federal Rural da Amazônia].
- Pereira, S. R., Giraldeili, G. R., Laura, V. A. and Souza, A. L. T. de. (2011). Tamanho de Frutos e de Sementes e Sua Influência na Germinação de *Jatobá-Do-Cerrado* (*Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* Mart. ex Hayne, Leguminosae – Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Sementes*. 33:1.
- Pesce, C. (2009). *Oleaginosas da Amazônia. Rev. e atual*. 2.
- Pinto, A. M., Morellato, L. P. C. and Barbosa, A. P. (2008). Fenologia Reprodutiva De *Dipteryx Odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em Duas Áreas de Floresta na Amazônia Central. *Acta Amazônica*. 38:4. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000400006>.

- Pinto, L. S. et al. (2005). Caracterização química e bioquímica de sementes de *Bauhinia variegata* L. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [online]. 9:3. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662005000300014>
- Pompelli, M. F. (2017). *Práticas Laboratoriais em Biologia Vegetal*. Recife: Editora Universitária da UFPE.
- Pontes, C. A., Borges, E. E. de L., Borges, R. de C. G. and Soares, C. P. B. (2002). Mobilização de Reservas em Sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (Garapa) Durante a Embebição. *R. Árvore*. 26:5.
- Prestes, D. C. V.; Garcia, L. C.; De Sousa, S. G. A. (2016). Comportamento de Sementes de Cumaru (*Dipteryx odorata*/ Fabaceae) Submetidos à Dessecação. Anais da XI Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental.
- Ramos, D. L. D.; Matias, J. R.; Ribeiro, R. C.; Dantas, B. F. (2014). Açúcares Redutores em Plântulas de Angico Submetidas a Estresse Salino. In: Anais do IV Workshop de Sementes e Mudanças da Caatinga, p. 83.
- Reis, L. P., Borges, E. E. de L., Souza, G. A. de and Brito, D. S. (2020). Relações do substrato e da mobilização de reservas com a temperatura na germinação de sementes de *Ormosia coarctata* Jack. *Journal of Seed Science* [online]. 42. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42223509>.
- Ribeiro, I. F. N., Queiroz, M. N., Lima, P. R. F. de, Arruda, T. de S. and Ferreira, E. J. L. (2019). Avaliação Biométrica dos Frutos e Sementes do Feijão Bravo (*Dussialesmannii* Harms. Fabaceae). X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Fortaleza/CE.
- Ribeiro, M. I., Rodrigues, G. de A. G., Bazzanella, A. P., Martins, S., Corsato, J. M. and Fortes, A. M. T. (2021). Curva de embebição, anatomia e mobilização de reservas em sementes de *Mimosa flocculosa* submetidas à superação de dormência. *Iheringia, Série Botânica*. 76. doi: 10.21826/2446-82312021v76e2021016
- Rodrigues, G. A. G. et al. (2019). Drought stress effects on germination and reserve degradation of *Aspidosperma polyneuron* seeds. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 14:4. doi:10.5039/agraria.v14i4a5903.
- Saikia, P.; Nag, A.; Anurag, S.; Chatterjee, S.; Khan, M. L. (2020). Tropical Legumes: Status, Distribution, Biology and Importance. In: Hasanuzzaman, M.; Araujo, S.; Gill, S. **The Plant Family Fabaceae: Biology and Physiological Responses To Environmental Stresses**. Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Santos, H. P. dos. (2002). Importância Ecofisiológica da Reserva de Xiloglucano e o Controle de Sua Mobilização em Cotilédones de *Hymenocorymbis* L. [Tese/Doutorado]. [Campinas (SP)]; [Universidade Estadual de Campinas].
- Santos, M. M., Doriguetto, I. R., Borges, E. E. and Ataíde, G. da M. (2019). Germinação e alteração de reservas em sementes de amendoim-bravo (*Pterogyne nitens*) sob estresse térmico. *R. bras. Biotéc.* 17:1.
- Santos, R. P. (2012). Características Morfoanatômicas, Fisiológicas e Bioquímicas de Sementes de *Parkia multijuga* Benth e *Parkia pendula* (Willd.) Benth (Fabaceae-Mimosoideae) Submetidas a Diferentes Temperaturas. [Tese/Doutorado em Ciências de florestas]. [Manaus (AM)]; [Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia].
- Santos, S. A. D. et al. (2009). Estudos Morfo-Anatômicos de Sementes de Dois Genótipos de Mamão (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Sementes*. 31:2.
- Sano, S. M., Vivaldi, L. J. and Spehar, C. R. (1999). Diversidade Morfológica de Frutos e Sementes de Baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Pesq. agropec. bras.* 34:4.
- Sasaki, M. (2008). Lipídios, Carboidratos e Proteínas de Sementes de Leguminosas do Cerrado. [Dissertação/ Mestrado em Ciências]. [São Paulo (SP)] [Universidade de São Paulo].
- Silva, D. A. A. da, de Oliveira, H. C. B., de Araújo, A. P. B., Feitosa, T. M., and Voigt, E. L. (2019). Mobilização de Reservas de Carbono em *Erythrina velutina* Durante e Após a Germinação. Anais I CONIMAS e III CONIDIS.
- Soares, D. N. N. (2018). Estudo de Processos Para Obtenção de Proteínas Termooestáveis de Sementes de *Acacia mangium*, *Mimosasacalpiniaefolia* e *Stylosanthes capitata*. [Trabalho de Conclusão de curso em Engenharia Química]. [São Luís (MA)] [Universidade Federal do Maranhão]
- Soares, I. D., Nogueira, A. C., Grabias, J. and Kuniyoshi, Y. S. (2017). Caracterização Morfológica de Fruto, Semente e Plântula de *Psidium rufum* DC. (Myrtaceae). *Iheringia, Série Botânica*. 72:2.
- Souza, L. A. G. de, Dantas, A. R., Matos, R. B., Silva, M. F. da and Sampaio, P. de T. B. (2000). Período de Frutificação e Viabilidade das Sementes do "Acapu" (*Vouacapoua americana* Aubl. - Leg. Caesalp.) da Região do Médio Rio Tocantins, Pará, Brasil. *Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Bot.* 16:1.
- Souza, L. C. D. de., Sá, M. E. de., Moraes, S. M. B. de., Carvalho, M. A. C. de., Silva, M. P. da. and Abrantes, F. L. (2012). Composição Química e Nutrientes em Sementes das Espécies Florestais *Pente de Macaco*, *Flor de Paca*, *Itaúba*, *Jatobá* e *Murici Manso*. *biosci. j.*, Uberlândia. 28:3.
- Souza, P. F. de, Nery, M. C., Pires, R. M. de, O., Pinto, N. A. V. D. and Soares, B. C. (2014). Caracterização Morfológica e Composição Química de Sementes de Espécies Florestais. *Enciclopédia Biosfera*. 10:18.
- Spoladore, D. S. and Teixeira, J. P. F. (1987). Composição Química das Sementes de *Canavalia gladiata* DC. *Bragantia*. 46:1. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051987000100014>
- Takemoto, E., Okada, I. A., Garbelotti, M. L., Tavares, M., and Aued-Pimentel, S. (2001). Composição Química da Semente e do Óleo de Baru (*Dipteryx alata* Vog.) Nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*. 60:2.
- Tinoco, J. and Câmara, B. Uma Breve História Do Desmatamento In: Livro Sob a Pata do Boi, Como a Amazonia Vira Pasto. Rio de Janeiro; Associação o Eco (2021). 328 p.
- União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN). Classificação Da *Vouacapoua americana* Aubl. <http://dx.doi.org/10.2305/Iucn.Uk.1998.Rlts.T33918a9820054> [Acessado Em: 15 de abril de 2021].
- Yemm, E. W. and Cocking, E. C. (1955) The Determination of Amino Acids with Ninhydrin. *Analyst*, 80, 209-213. <http://dx.doi.org/10.1039/an9558000209>
- Yemm, E. W. and Willis, A. J. (1954). The Estimation of Carbohydrates in Plant Extracts by Anthrone. *Biochemical Journal*, Colchester. 57:3.
- Zhao, M., Zhang, H., Yan, H., Qiu, L., and Baskin, C.C. (2018). Mobilization and Role of Starch, Protein, and Fat Reserves During Seed Germination of Six Wild Grassland Species. *Front. Plant Sci.* 9:234. doi: 10.3389/fpls.2018.00234
- Zuffo, A. M., Bush, A., Oliveira, A. M. de, Teixeira, H. R. S. and Aguilera, J. G. (2020). Posição e profundidade de semeadura na formação de mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (Fabaceae). *Acta Biológica Catarinense* 7:3. doi: <https://doi.org/10.21726/abc.v7i3.141>