



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



Karolina Motta de Campos

***Vouacapoua americana* Aubl. (Fabaceae): PARÂMETROS
MORFOLÓGICOS E AMBIENTAIS RELACIONADOS AO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS**

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Raírys Cravo Herrera
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Magali Gonçalves Garcia

ALTAMIRA - PA

ABRIL – 2020

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

Karolina Motta de Campos

***Vouacapoua americana* Aubl. (Fabaceae): PARÂMETROS
MORFOLÓGICOS E AMBIENTAIS RELACIONADOS AO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS**

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Raírys Cravo Herrera

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Magali Gonçalves Garcia

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

ABRIL – 2020

Dedicatória

Maria Luiza Motta.

Fotografia 1- Fruto de *Vouacapoua americana* Aubl.



Fonte: CAMPOS (2018).

Agradecimentos

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

Ao meu companheiro de vida, Reinaldo de Souza Marchesi, pelo amor, amizade, força, compreensão, apoio, enfim, por “tuuudooo”.

À minha mãe, Maria Luiza Motta, que sempre acreditou em mim. Você sempre estará em meu coração.

Ao meu pai, Ricardo de Campos, e meu irmão, Bruno Motta Camargo, pois sem vocês nada disso faria sentido. Obrigada por sempre estarem comigo apesar da distância.

À minha orientadora, Raírys Cravo Herrera, pelo profissionalismo, dedicação, paciência, confiança e por toda a contribuição em minha carreira acadêmica, muito obrigada.

À minha coorientadora, Magali Gonçalves Garcia, pois, sempre esteve disponível para as nossas reuniões, contribuindo sobremaneira para a elaboração dessa pesquisa, muito obrigada.

A todos os bolsistas e voluntários. Um agradecimento especial para a Hevely Ueda Silveira Prates e o Lucas de Oliveira Lima por estarem comigo desde o início da pesquisa. Foi ótimo trabalhar com vocês, os considero meus amigos queridos, saibam que sempre estarei aqui.

Ao Sr. Sandro Dorneles Ferreira Carvalho, pelo apoio no monitoramento da floração, frutificação e dispersão de frutos de acapu.

À Universidade Federal do Pará, ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação e o Grupo de Pesquisa do Laboratório de Biotecnologia, por oportunizar o meu aperfeiçoamento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante grande parte do curso de mestrado.

À Biocev - Serviços e Consultoria Ambiental por nos ajudar na coleta de material vegetal, sem vocês a pesquisa estaria comprometida. Um agradecimento especial para o Cássio Melo da Silva e o Sr. Dico.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), por disponibilizar a sua área experimental, e pelo apoio na realização da pesquisa.

Sumário

Resumo Geral.....	5
Introdução Geral	6
Objetivo Geral	10
Obejetivos específicos	10
Literatura Citada.....	10
ARTIGO 01	14
Conclusão geral.....	Erro! Indicador não definido.

Resumo Geral

Vouacapoua americana Aubl. é uma espécie arbórea característica da mata pluvial amazônica de terra firme, criticamente ameaçada de extinção devido a sobre-exploração madeireira. Entretanto, poucos são os estudos relacionados a essa espécie, principalmente visando a sua propagação. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar a relação de parâmetros morfométricos e ambientais com o desenvolvimento de mudas de *V. americana*. As sementes foram coletadas em dois pontos localizados em Vitória do Xingu-PA. Foi realizado o beneficiamento, a biometria, a pesagem (de cada semente) e a taxa de predação de 400 sementes. E essas foram semeadas em sacos plásticos contendo substrato (na proporção de três de solo de barranco, um de areia e um de casca de côco), acondicionados em viveiro. Após 30 dias, foi avaliado a porcentagem de emergência, tempo médio (TM) e índice de velocidade de emergência (IVE). Para analisar o desenvolvimento juvenil em viveiro, foi realizado taxas de crescimento relativo (TCR) (aos 60 e 140 dias após a semeadura) das variáveis: altura da parte aérea; diâmetro do coleto; número de folhas e folíolos; área foliar e o teor de clorofilas. Para avaliar o desenvolvimento em campo, 180 mudas foram transplantadas em três áreas com diferentes níveis de radiação (849,11; 409,04; 333,42 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$) e abertura do dossel (38,75; 51,30; 27,80%). Após 60 e 180 foi avaliado a sobrevivência, rebrota e taxas de crescimento relativo (TCR). Foram realizadas análises estatísticas utilizando o ambiente R a nível de significância de 5% de probabilidade de erro. O lote de sementes apresentou baixa emergência de plântulas (46,5%) e variabilidade nas características biométricas, sendo o peso com maior variação (25% de coeficiente de variação). O peso foi o único que influenciou a emergência, onde sementes mais pesadas aumentam a probabilidade de emergência, todavia, não interferiu no IVE e TM. As sementes apresentaram elevada taxa de predação (32,25%), sendo que os danos não incapacitaram a emergência. O peso das sementes influenciou o índice de área foliar apenas nos primeiros dias após emergência (60 dias). Em campo as mudas apresentaram alta porcentagem de sobrevivência (86,33 a 88,33%) e boa capacidade de rebrota (28,33 a 30%). Existe uma baixa relação (6,06% de explicação) entre a TCR de número de folíolos e teor de clorofilas, onde locais com maior irradiância houve incremento dessas variáveis, porém, as mudas também se desenvolveram em áreas sombreadas, mostrando indícios de adaptação nas faixas de níveis de radiação solar e abertura do dossel avaliadas.

Introdução Geral

Muitas espécies nativas da Amazônia vêm sofrendo as consequências das ações antrópicas, a exemplo das catalogadas na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção (IUCN, 2020). Acerca do desmatamento como consequência da colonização desordenada, expansão do agronegócio e obras de infraestrutura, a exemplo do Programa de Integração Nacional (PIN) criado em 1970, que impulsionou a propaganda desenvolvimentista: “Amazônia, terras sem homens para homens sem terras” e do “integrar para não entregar”, *slogans* da ditadura militar no Brasil (BRASIL, 1970). Nesse contexto, destacamos a frase emblemática da placa de metal de indicação do início da construção da rodovia Transamazônica, pregada no tronco cortado de uma centenária castanheira (*Bertholletia excelsa*), no dia 09 de outubro de 1970, em Altamira, no Pará: “[...] numa arrancada histórica para conquista e colonização deste gigantesco mundo verde”.

A conquista do mundo verde tornou-se o discurso oficial do Estado no incentivo ao desmatamento para abertura de novas estradas; um estímulo a exploração ilegal da madeira; um apoio ao avanço da grilagem de terras e, por último; no fomento à implantação de grandes projetos na Amazônia, pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), ações que impactaram sobremaneira as florestas da região (SCHMITT; SCARDUA, 2015).

Entre as inúmeras famílias com espécies ameaçadas na região Amazônica, destaca-se a família Fabaceae, considerada a terceira maior das Angiospermas em número de espécies do mundo. É a primeira na lista de famílias botânicas no Brasil com 2.735 espécies catalogadas, distribuindo-se por todo território nacional ocupando espaço nos mais diversos ambientes. Em meio a elas, se tem a *Vouacapoua americana* Aubl. (FLORA DO BRASIL, 2020; LEWIS et al., 2005), popularmente conhecida como acapu, uma espécie característica da mata pluvial amazônica de terra firme e ocorre principalmente nos estados do Pará, Amapá, e também nas Guianas (LORENZI, 2009).

São árvores de grande porte, de 30 a 40 metros de altura, possuem tronco reto, sulcado e sem presença de sapopemas, é tolerante a sombra na sua fase juvenil, instala-se como secundária tardia no processo de sucessão ecológica da floresta, atingindo o dossel quando adulta (ARAGÃO; ALMEIDA, 1997; MAUÉS et al., 1999).

É uma espécie auto-incompatível com florescimento supra-anual, suas flores são inseto-generalistas, caracterizando um sistema de polinização por insetos pequenos

(MAUÉS; SANTOS, 2003; MAUÉS et al., 1999). A síndrome de polinização pode ser caracterizada como entomófila, sendo os principais visitantes as abelhas de pequeno porte das famílias Apidae, Anthophoridae e Halictidae; moscas da família Syrphidae; vespas das famílias Vespidae e Sphecidae; besouros das famílias Chrysomelidae e Cerambycidae, e ainda seis espécies de borboletas e três de mariposas, ainda não identificadas ainda. A floração ocorre no período chuvoso, entre os meses de janeiro a março, frutificando durante os meses de abril a julho (SANTOS et al., 2018).

Os frutos são secos e deiscentes, geralmente com uma única semente, mas esporadicamente podem apresentar duas, as quais apresentam comportamento recalcitrante e curta viabilidade, predominando síndrome de dispersão por barocoria (SOUZA et al., 2000). Suas sementes servem de alimento para diversos animais, sendo a dispersão realizada principalmente por pequenos roedores, geralmente a curta distância. As sementes não dispersas, sofrem com alta taxa de predação por insetos herbívoros (FORGET et al., 1999).

A madeira da *V. americana* é uma das essências madeireiras mais nobres e requisitadas da Amazônia, principalmente por possuir alta durabilidade. Foi amplamente utilizada na indústria de construção civil; na construção naval, empregada no revestimento de paredes, vigamento e assoalhos (ARAGÃO; ALMEIDA, 1997; ÁVILA, 2006; DEGEN et al., 2006). De acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a conservação da Natureza, está inserida na categoria Criticamente Ameaçada (CR), sendo que os declínios nos números de *V. americana* continuam devido à superexploração (IUCN, 2020).

Apesar do grande uso da espécie para fins madeireiros, poucos são os estudos relacionados a essa espécie, principalmente visando seu repovoamento. Nesse sentido, estudos voltados a propagação de *V. americana* para programas de reflorestamento se mostram como uma boa alternativa para estratégias de conservação. Uma vez que existe uma grande demanda por mudas de espécies nativas para recomposição vegetal das florestas, principalmente devido ao Novo Código Florestal Brasileiro regido pela Lei 12.651/2012, em que todo imóvel rural deve manter uma área com cobertura de vegetação nativa, a título de Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Reserva Legal (ARL) e Áreas de Uso Restrito (AUR) (BRASIL, 2012).

No que diz respeito a produção das mudas da *V. americana*, esta é realizada via semente, assim, demandando métodos adequados para estimar a sua qualidade (porcentagem, velocidade e uniformidade de emergência de plântulas). Como ainda não

existe regras específicas para análise de suas sementes, há necessidade de adaptar os métodos que se encontram descritos nas Regras para Análises de sementes (BRASIL, 2009). Devido a baixa produção de sementes, e essas serem recalcitrantes, são necessários estudo mais aprofundado para a formação de mudas

As sementes possuem importantes funções para espécies vegetais, como por exemplo a disseminação, sobrevivência, além de possuir importante papel biológico (MARCOS FILHO, 2015). Diferentes fatores contribuem para que ocorram variações na forma e tamanho de sementes, podendo afetar o processo de germinação de sementes e posterior estabelecimento de plantas (MARQUES; OLIVEIRA, 2005; ABUD et al., 2010).

Neste contexto, o tamanho da semente tem sido considerado como um importante traço evolutivo que afeta diretamente o resultado reprodutivo de muitas espécies de plantas, isso porque afeta os processos de germinação e o estabelecimento de plantas, influenciando o desempenho da planta sob diversas condições ambientais (CORDAZZO, 2002; REGO et al., 2007). Geralmente, sementes maiores em uma população indicam que essas foram melhores nutridas durante o seu desenvolvimento e possuem maior quantidade de reservas de nutrientes, assim, aumentando a possibilidade de sucesso na germinação e consequentemente, no estabelecimento de banco de plântulas (DRESCH et al., 2013; SOUZA et al., 2017a).

Todavia, existem espécies (à exemplo da *Copaifera langsdorffii* – Fabaceae) em que as sementes de menor tamanho apresentaram maior porcentagem de germinação que sementes maiores (SOUZA; FAGUNDES, 2014), e também existem espécies (à exemplo da *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. – Fabaceae) as quais a germinação não é afetada pelo tamanho das sementes (ALVES et al., 2005). Portanto, estudos sobre as variações biométricas de sementes e seus efeitos na germinação e estabelecimento de plantas são de extrema importância, visto que cada espécie responde de uma maneira diferente devido as características intrínsecas de suas sementes (PIVETTA et al., 2008).

Além disso, a partir de conhecimentos biométricos de sementes é possível comprovar a variabilidade genética entre os gêneros arbóreos (PEREIRA et al., 2011), fornecer informações importantes para os aspectos ecológicos como tipo de dispersão, agentes dispersores e estabelecimento das plântulas (MATHEUS; LOPES, 2007). Tais informações podem contribuir na conservação, no direcionamento de trabalhos de melhoramento vegetal e também na distinção entre espécies do mesmo gênero (BATTILANI et al., 2011; CHRISTRO et al., 2012; BEZERRA et al., 2014).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), através do estudo biométrico de sementes é possível elaborar uma estratégia para maximizar a uniformização de emergência das plântulas, favorecendo a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor.

Existem estudos que comprovam a variabilidade do tamanho e peso de sementes de *V. americana* (PEREIRA, 2017; CRUZ; PEREIRA, 2016), entretanto, nenhum deles relacionam essa variação com a capacidade de germinação e posterior desenvolvimento de mudas, exceto por Baraloto et al. (2005), que estudaram a influência da massa de sementes sobre o crescimento em altura de mudas de *V. americana*. Os autores observaram que sementes mais pesadas promovem mudas maiores nos primeiros meses após a emergência, porém, após certo período (aproximadamente um ano) essa influência é cessada, sendo necessário estudos que analisem os efeitos diretos da massa de sementes sobre o desenvolvimento vegetal, como exemplo índice de área foliar.

Outro fator importante que se deve considerar quando se deseja estudar a propagação de plantas, é o conhecimento das respostas ecofisiológicas das mesmas ao ambiente de crescimento, tanto do ponto de vista ecológico como também para a definição de estratégias mais apropriadas de manejo em iniciativas de reflorestamento e condução de plantios (AZEVEDO; MARENCO, 2012).

Existem estudos que observaram que algumas espécies possuem pouca exigência à luz, as quais apresentaram desenvolvimento satisfatório a pleno sol ou sob sombreamento, como o jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) (COSTA et al., 2011), outras se desenvolvem melhor sob sombreamento, como o pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) (LENHARD et al., 2013), e também aquelas que se desenvolvem melhor a pleno sol, a exemplo do cajueiro-bravo (*Curatella americana* L.) (DALMOLIN, et al., 2015).

Nesse sentido, as respostas do crescimento das plantas à luminosidade são variadas, sendo que muitas das estratégias empregadas pelas mesmas estão ligadas aos grupos sucessionais a que pertencem (BEGON et al., 2007). Assim, a partir do conhecimento a respeito da tolerância de mudas em se estabelecer em áreas com diferentes níveis de radiação solar, pode-se determinar a plasticidade da espécie em função das variações do ambiente lumínico, seja ela com florestas (exemplo: sistemas silviculturais de enriquecimento, clareiras naturais e artificiais) ou em pleno sol (exemplo: recuperação de áreas degradadas) (SOUZA et al., 2017b).

Objetivo Geral

Avaliar a relação dos parâmetros morfológicos e ambientais no desenvolvimento de mudas de *Vouacapoua americana* Aubl.

Objetivos específicos

- ✓ Verificar a variabilidade morfométrica das sementes de matrizes de *V. americana* localizadas na Volta Grande do Xingu-PA;
- ✓ Analisar a relação entre as características morfométricas e taxa de predação de sementes sobre a emergência de plântulas e desenvolvimento inicial de mudas;
- ✓ Analisar a relação do peso de sementes, irradiância e abertura do dossel no desenvolvimento inicial de mudas.

Literatura Citada

ABUD, H.F.; GONÇALVES, N.R.; REIS, R.G.E.; GALLÃO, M.I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.2, p.259-265, 2010.

ARAGÃO, I. L. G.; ALMEIDA, S. S. Estrutura ecológica comparada de populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aubl., Caesalpiniaceae) em duas florestas de terra firme na Amazônia Oriental. In: Lisboa, P. L. B. org. **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, v.I, p.273-290, 1997.

ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; ALVES, A.U.; PAULA, R.C. Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpinhiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.29, n.6, p.877-885, nov/dez. 2005.

ÁVILA, F. (Ed.). **Árvores da Amazônia**. São Paulo: Empresa das Artes, 243 p. 2006.

AZEVEDO, G. F. C.; MARENCO, R. A. Growth and physiological changes in saplings of *Minuartia guianensis* and *Swietenia macrophylla* during acclimation to full sunlight. **Photosynthetica**, Praha, v.50, n.1, p.86-94, 2012.

BARALOTO, C.; FORGET, P. M.; GOLDBERG, D. Seed mass, seedling size and neotropical tree seedling establishment. **Journal of Ecology**, v.93, p.1156–1166, 2005.

BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; DIAS, E. S. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Guibourtia hymenifolia* (Moric.) J. Leonard (Fabaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.5, p.1089-1098, 2011.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J. **Ecologia**: de indivíduos a populações. Porto Alegre: ARTMED, 752p. 2007.

BEZERRA, F. T. C.; ANDRADE, L. A.; BEZERRA, M. A. F.; SILVA, M. L. M.; M. A. F.; NUNES, R. C. R.; COSTA, E. G. Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em *Cassia fistula* L. (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v.35, n.4, p.2273-2286, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa; ACS, 2009.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 30 mar. 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Metas e bases para a ação de governo**. Brasília, 1970.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP: Jaboticabal. 590 p. 2012.

CHRISTRO, L. F.; AMARAL, J. F. T.; LAVIOLA, B. G.; MARTINS, L. D.; AMARAL, C. F. Biometric analysis of seeds of genotypes of physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande-PB, v.8, n.1, p.01-03, 2012.

CORDAZZO, C.V. Effect of seed mass on germination and growth in three dominant species in southern Brazilian coastal dunes. **Brazilian Journal of Biology**. v.62, p.427–435, 2002.

COSTA, E.; LEAL, P.A.M.; REGO, N.H.; BENATTI, J. Desenvolvimento inicial de mudas de jatobazeiro do cerrado em Aquidauana – MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 215-226, 2011.

CRUZ, E. D; PEREIRA, A. G. Germinação de sementes de espécies amazônicas: acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.). Comunicado Técnico, 288, **Embrapa Amazônia Oriental**, 4p. 2016.

DALMOLIN, A.C., OLIVEIRA T.S.E., ALMEIDA, B.C., ORTIZ, C.E.R. Alterações morfofisiológicas de plantas jovens de *Curatella americana* L. submetidas ao sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, v.13, p.41-48, 2015.

DEGEN, B.; BLANC, L.; CARON, H.; MAGGIE, L., KREMER, A., GOURLET-FLEURY, S. Impact of selective logging on genetic composition and demographic structure of four tropical tree species. **Biologia da Conservação**. v.131, p.386–401. 2006.

DRESCH, D. M. SCALON, S.P.Q.; MASETTO, T.E.; VIEIRA, M. Germinação e vigor de sementes de gabirola em função do tamanho do fruto e da semente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 43, n. 3, p. 262-271, jul./set. 2013.

FLORA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115>. Acesso em: 30 Mar. 2020.

FORGET, P. M.; MERCIER, F.; COLLINET, F. Spatial patterns of two rodent-dispersed rain forest trees *Carapaprocera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.15, p.301-313, 1999.

LENHARD, N.R., PAIVA NETO, V.B., SCALON, S.P. & ALVARENGA, A.A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, p. 178-186, 2013.

LEWIS, G. P; SCHRIRE, B. D.; MACKINDER, B.; LOCK, M. Legumes of the World. **Royal Botanic Gardens, KEW**, p. 577, 2005.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. v. 02 ed. 03. **Nova Odessa**: Instituto Plantarum. 384 p. 2009.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015.

MARQUES, M.C.M.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Características reprodutivas das espécies vegetais da Planície Litorânea. **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Editora da Universidade Federal do Paraná, Paraná, p.169-188, 2005.

MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.08-17, 2007.

MAUÉS, M.M.; SANTOS, L.F.C. dos. Fenologia, polinização e biologia reprodutiva de *Vouacapoua americana* Aubl. Leguminosae (acapu). In: VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais de trabalhos completos...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p. 96-98, 2003.

MAUÉS, M.M.; SANTOS, L.F.C.; MACQUEEN, D.; MARTINS-DA-SILVA, R.C.V. Biologia da polinização do acapu (*Vouacapoua americana* Aubl. Leguminosae), uma essência florestal amazônica. In: SIMPOSIO SILVICULTURA NA AMAZONIA ORIENTAL, 1999, Belem. **Resumos expandidos...** Belem: EMBRAPACPATU. p.142-145, 1999.

PEREIRA, A.G. **Morfometria de frutos, sementes, desenvolvimento pósseminar, plântulas e de plantas jovens e fisiologia de sementes de *Vouacapoua americana* Aubl. (leguminosae)**. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

PEREIRA, S.R.; GIRALDELLI, G.R.; LAURA, V.A.; SOUZA, A.L.T. Tamanho de frutos e de sementes e sua influência na germinação de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea*

stigonocarpa var. *stigonocarpa* Mart. Ex Hayne, leguminosae – Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina- PR, v.33, n.1, p.141-148, 2011.

PIVETTA, K. F. L.; SARZI, I.; ESTELLITA, M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, 8(1), 2008.

REGO, R.S.; SILVA, A.J.C.; BRONDANI, G.E.; GRISI, F.A.; NOGUEIRA, A.C.; KUNIYOSHI, Y.S. Caracterização morfológica do fruto, semente e germinação de *Duranta vestita* Cham. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Biociências**. v.5, n.1, p.474-476, 2007.

SANTOS, A.C.; FREITAS, J.L.; SANTOS, S.S. Comportamento fenológico de espécies florestais com potencial madeireiro em ecossistema de Terra Firme, Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, n.03, 2018.

SCHMITT, J.; SCARDUA, F.P. A descentralização das competências ambientais e a fiscalização do desmatamento na Amazônia. **Revista de Administração Pública**, v.49, n.5, p.1121-1142, 2015.

SOUZA, O. M.; SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G.; CHAGAS, E. A.; CHAGAS, P. C.; LIMA, C. G. B.; MORAIS, B. S. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de plântulas de populações de Camu-Camu. *Scientia Agropecuaria*, 8(2) 119 – 125, 2017a.

SOUZA, C.S.C.R.; V.A.H.F.S.; FERREIRA, M.J.; GONÇALVES, J.F.C. Biomassa, crescimento e respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* Bonpl. submetidas a diferentes níveis de irradiância. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 557-569, abr.-jun., 2017b.

SOUZA, M.L.; FAGUNDES, M. Seed size as key factor in germination and seedling development of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae). **American Journal of Plant Sciences**, v.5, p.2566-2573, 2014.

SOUZA, L.A.G.; DANTAS, A.R.; MATOS, R.B.; SILVA, M.F.; SAMPAIO, P.T.B. Período de frutificação e viabilidade das sementes de "acapu" (*Vouacapoua americana* Aubl. Leg. Caesalp.), na região do médio rio Tocantins, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Emílio Goeldi, Série Botânica**, v.16, n.1, p.3-21, 2000.

UNIÃO INTERNACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (IUCN). Classificação da *Vouacapoua americana* Aubl. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T33918A9820054>. Acesso em: 18 de janeiro de 2020.

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

<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/about/submissions>

Vouacapoua americana Aubl. (Fabaceae): parâmetros morfológicos e ambientais
relacionados ao desenvolvimento de mudas

***Vouacapoua americana* Aubl. (Fabaceae): Parâmetros morfológicos e ambientais relacionados ao desenvolvimento de mudas**

Vouacapoua Americana Aubl. (Fabaceae): Morphological and environmental parameters related to seedling development

RESUMO

V. americana é uma espécie nativa da Amazônia ameaçada de extinção. Assim, estudos relacionados a sua propagação mostram-se como estratégias de conservação. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação dos parâmetros morfológicos e ambientais no desenvolvimento de mudas. As sementes foram coletadas em Vitória do Xingu - Pará, em seguida, foi mensurado: biometria e taxa de predação de 400 sementes. Essas foram semeadas e acondicionadas em viveiro. Após 30 dias, foi computado a porcentagem de emergência, tempo médio (TM) e índice de velocidade para emergência (IVE). Para analisar o desenvolvimento em viveiro, foi realizado taxas de crescimento relativo (TCR) das variáveis: a altura da parte aérea; diâmetro do coleto; número de folhas e folíolos; área foliar, clorofila a e b. Para analisar o desenvolvimento em campo, 180 mudas foram transplantadas em áreas com diferentes níveis de radiação e abertura do dossel, sendo a distribuição homogênea com relação ao peso das sementes. Após 60 e 180 foi avaliado a sobrevivência, rebrota e TCR dos mesmos parâmetros avaliados em viveiro, exceto pela área foliar. As análises estatísticas foram realizadas no ambiente R. Suas sementes apresentaram baixa emergência (46,5%) e variabilidade biométricas, principalmente o peso (25% CV), sendo que, sementes mais pesadas aumentam a probabilidade de emergência. Foi observado elevada taxa de predação (32,25%), porém, os danos não incapacitaram a emergência. O peso das sementes influencia o índice de área foliar apenas nos primeiros dias após emergência (60 dias). Em campo as mudas apresentaram alta porcentagem de sobrevivência (86,33 a 88,33%) e boa capacidade de rebrota (28,33 a 30%). Existe uma baixa relação (6,06%) entre irradiância e TCR de número de folíolos e clorofila, onde locais com maior irradiância ocorre incremento, porém, as mudas também se desenvolveram em áreas sombreadas, mostrando plasticidade nos níveis de irradiância e abertura do dossel avaliadas.

Palavras-chave: Floresta Amazônica. Espécies ameaçada. Viabilidade de sementes. Propagação sexuada.

ABSTRACT

V. americana is a species native to the Amazon threatened with extinction. Thus, studies related to its propagation are shown as conservation strategies. In this sense, the objective of this work was to evaluate the relationship of morphological and environmental parameters in the development of seedlings. The seeds were collected in Vitória do Xingu - Pará, then it was measured: biometrics and predation rate of 400 seeds. These were sown and placed in a nursery. After 30 days, the percentage of emergency, mean time (TM) and speed index for emergency (IVE) were computed. To analyze nursery development, relative growth rates (TCR) of the variables were performed: the height of the aerial part; collection diameter; number of leaves and leaflets; leaf area, chlorophyll a and b. To analyze the development in the field, 180 seedlings were transplanted in areas with different levels of radiation and canopy opening, the distribution being homogeneous in relation to the weight of the seeds. After 60 and 180, survival, regrowth and TCR of the same parameters evaluated in nursery were evaluated, except for the leaf area. The statistical analyzes were performed in the R. Environment. Its seeds showed low emergence (46.5%) and biometric variability, mainly weight (25% CV), and heavier seeds increase the probability of emergence. A high rate of predation was observed (32.25%), however, the damage did not disable the emergency. The weight of the seeds influences the leaf area index only in the first days after emergence (60 days). In the field, the seedlings showed a high percentage of survival (86.33 to 88.33%) and good regrowth capacity (28.33 to 30%). There is a low relation (6.06%) between irradiance and TCR in the number of folioles and chlorophyll, where places with greater irradiance increase, however, the seedlings also developed in shaded areas, showing plasticity in the levels of irradiance and canopy opening evaluated.

Keywords: Amazon rainforest. Endangered species. Seed viability. Sexual spread.

INTRODUÇÃO

A *Vouacapoua americana* Aubl. é uma espécie arbórea de grande porte pertencente a família Fabaceae e subfamília Caesalpinoideae (LEWIS et al., 2005) e popularmente conhecida como acapu. Apresenta característica de mata pluvial amazônica de terra firme e ocorre principalmente nos estados do Pará, Amapá, e também nas Guianas (LORENZI, 2009; ARAGÃO; ALMEIDA, 1997). Possui frutos secos e deiscentes, geralmente com uma única semente, mas podem apresentar duas, as quais apresentam comportamento recalcitrante e curta viabilidade, sendo a síndrome de dispersão por barocoria (SOUZA et al., 2000). As

sementes servem de alimento para diversos animais, sendo a sua dispersão realizada principalmente por pequenos roedores, geralmente a curta distância (FORGET et al., 1999).

Acapu trata-se de uma das essências madeiras mais nobres e requisitadas da Amazônia, principalmente por possuir madeira de alta durabilidade. Foi amplamente utilizada na indústria de construção civil; na construção naval, empregada no revestimento de paredes, vigamento e assoalhos (ARAGÃO; ALMEIDA, 1997; ÁVILA, 2006, DEGEN et al., 2006). De acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a conservação da Natureza, está inserida na categoria Criticamente Ameaçada (CR) (IUCN, 2020). Portanto, refletindo sobre as ações antrópicas, assim como outras espécies nativas ameaçadas, o acapu vem sofrendo as consequências dos impactos da colonização desordenada, do agronegócio e dos grandes projetos desenvolvimentistas na Amazônia, em especial os implementados pela ditadura militar e, mais recente, pelos governos ditos democráticos (SCHMITT; SCARDUA, 2015).

Entretanto, poucos são os estudos relacionados a essa espécie, principalmente visando seu repovoamento. Nesse sentido, faz-se necessário estudos quanto a propagação de *V. americana* para a sua inserção em programas de reflorestamento, além disso, existe uma grande demanda por mudas de espécies nativas para recomposição vegetal das florestas, principalmente devido ao Novo Código Florestal Brasileiro regido pela Lei 12.651/2012, em que todo imóvel rural deve manter uma área com cobertura de vegetação nativa, a título de Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Reserva Legal (ARL) e Áreas de Uso Restrito (AUR) (BRASIL, 2012).

A principal via de propagação de acapu ocorre por sementes, o que demanda métodos adequados para estimar a sua qualidade fisiológica, porém, ainda não se tem regras específicas na literatura para análise de suas sementes, assim, são necessárias adaptações de métodos já estabelecidos para outras espécies nas Regras para Análises de sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Entre os poucos estudos relacionadas as suas sementes, foi verificado que essas apresentam grande variabilidade morfológica e elevada taxa de predação (PEREIRA, 2017; CRUZ; PEREIRA, 2016; FORGET et al., 1999).

Contudo, nenhum desses estudos relacionaram essas características com a capacidade de germinação e posterior desenvolvimento de mudas, exceto por Baraloto et al. (2005), que estudaram a influência da massa de sementes sobre o crescimento em altura de mudas de *V. americana*. Os autores observaram que sementes mais pesadas promovem mudas maiores nos primeiros meses após a emergência, porém, após certo período (aproximadamente um ano) essa influência é cessada, sendo necessário estudos que analisem os efeitos diretos da massa de sementes sobre o desenvolvimento vegetal, como exemplo índice de área foliar.

Vale ressaltar que, o tamanho da semente tem sido considerado como um importante traço evolutivo que afeta diretamente o resultado reprodutivo de muitas espécies de plantas, isso porque afeta os processos de germinação e o estabelecimento de plantas, influenciando o desempenho da planta sob diversas condições ambientais (CORDAZZO, 2002; REGO et al., 2007).

Sementes maiores possuem maior quantidade de reservas de nutrientes, assim, aumentando a possibilidade de sucesso na germinação e consequentemente, no estabelecimento de banco de plântulas (DRESCH et al., 2013; SOUZA et al., 2017a). Todavia, existem espécies em que as sementes menores apresentaram maior porcentagem de germinação que sementes maiores, a exemplo da *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae) (SOUZA; FAGUNDES, 2014). Portanto, estudos quanto a influência das variações biométricas de sementes sobre a germinação e desenvolvimento de plantas são de extrema importância, visto que cada espécie responde de uma maneira diferente.

Além disso, conhecimentos biométricos fornecem informações importantes para a caracterização dos aspectos ecológicos como o tipo de dispersão, agentes dispersores e estabelecimento das plântulas (MATHEUS; LOPES, 2007). Tais informações podem contribuir na conservação, no direcionamento de trabalhos de melhoramento vegetal e também na distinção entre espécies do mesmo gênero (BATTILANI et al., 2011; CHRISTRO et al., 2012; BEZERRA et al., 2014). Através do estudo biométrico de sementes é possível elaborar uma estratégia para maximizar a uniformização de emergência das plântulas, favorecendo a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Outro fator importante que se deve considerar em estudos com espécies de matas, florestas, ambientes fechados são as respostas ecofisiológicas das mesmas ao ambiente de crescimento, tanto do ponto de vista ecológico como também para a definição de estratégias mais apropriadas de manejo em iniciativas de reflorestamento e condução de plantios (AZEVEDO; MARENCO, 2012). Por exemplo, a partir do conhecimento quanto a tolerância de mudas em se desenvolver em diferentes níveis de radiação solar, pode-se determinar a plasticidade da espécie em função das variações do ambiente lumínico (SOUZA et al., 2017b). Uma vez que, as respostas do crescimento das plantas à luminosidade são variadas, sendo que muitas das estratégias empregadas pelas mesmas estão ligadas

aos grupos sucessionais a que pertencem (BEGON et al., 2007), no caso da *V. americana*, esta instala-se como secundária tardia no processo de sucessão ecológica da floresta, atingindo o dossel quando adulta (ARAGÃO; ALMEIDA, 1997; MAUÉS et al., 1999).

Dito isso, partindo das hipóteses: a) sementes maiores possuem maior probabilidade para emergência e melhor desenvolvimento inicial; b) sementes predadas tem a perda da viabilidade fisiológica; c) o peso de sementes tem relação com o desenvolvimento de mudas em campo; d) quanto maior a abertura de dossel e radiação solar maior é a taxa de crescimento relativo de mudas; o presente trabalho tem como objetivo avaliar a relação dos parâmetros morfológicos e ambientais no desenvolvimento de mudas de *Vouacapoua americana* Aubl.

MATERIAL E MÉTODO

A coleta dos frutos foi realizada na época da dispersão da espécie, entre os meses de abril e junho de 2018, a partir de frutos maduros caídos ao solo provenientes de dois pontos de coleta (com 2944 m de distância entre si) em uma população de *V. americana* (200 sementes/ponto de coleta), localizada na Volta Grande do Xingu em áreas do Município de Vitória do Xingu-PA (Figura 1).

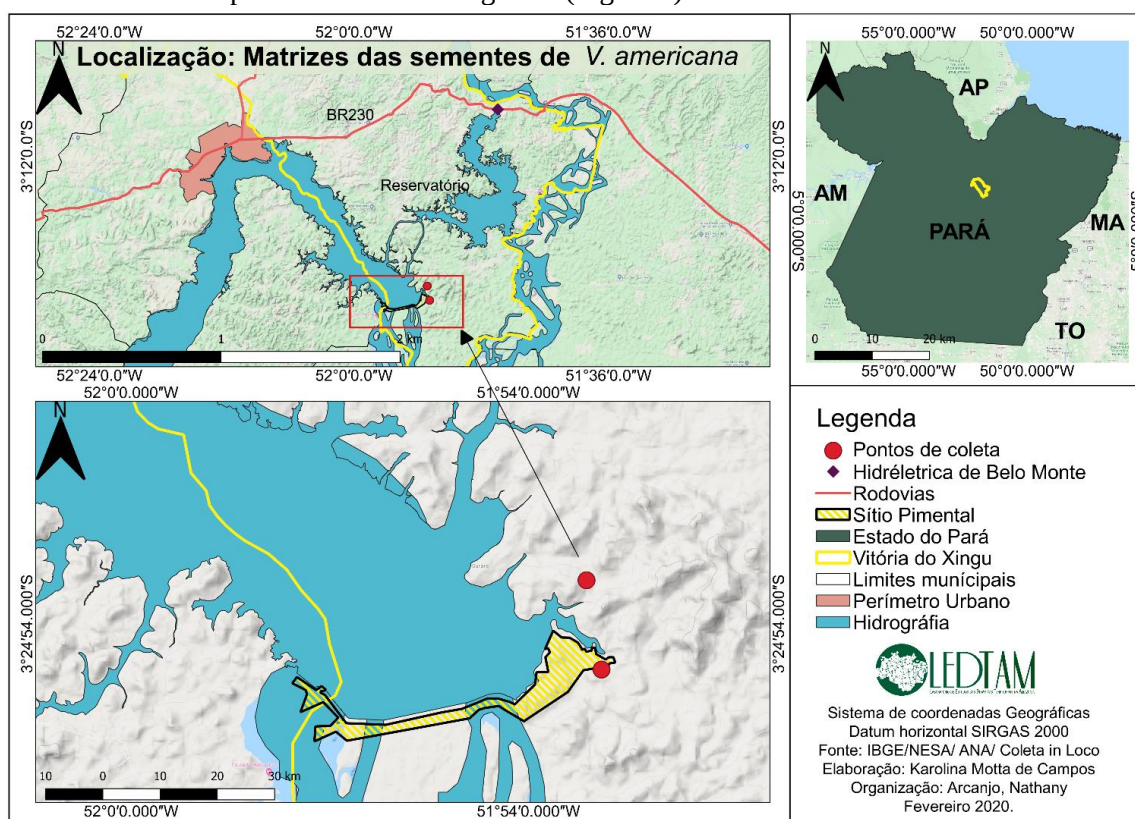


Figura 1. Localização dos pontos de coleta de sementes de *V. americana*. no município de Vitória do Xingu-PA.

Figure 1. Location of *V. americana* seed collection points. in the municipality of Vitória do Xingu-PA.

A tipologia natural da vegetação é categorizada como Floresta Densa de Terra Firme, entretanto, está visivelmente antropizada. O clima é tropical, classificado como Am segundo a classificação de Köppen, com temperatura média de 26,8° C e pluviosidade média anual de 2013 mm, com maior intensidade de chuvas nos meses de dezembro a maio e menor entre os meses de junho a novembro (CLIMATE-DATA.ORG, 2020).

Descrição do solo

Foram coletados amostras nos pontos de coleta das sementes, a partir de amostra composta (mistura de três amostras simples) na profundidade de 20 e 40 cm, em seguida, essas foram encaminhadas para o Laboratório de Análise Agronômica, Ambiental e Preparo de Soluções Químicas (FULLIN), para análise dos atributos químicos e granulométricos das amostras.

Beneficiamento, biometria e taxa de predação das sementes

Depois de coletados os frutos, estes foram encaminhados para o Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal do Pará – Campus Universitário de Altamira, onde foram retiradas as cascas das sementes, em seguida, desinfetadas durante 20 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 2%, lavadas em água

destilada e secas em temperatura ambiente. Com o auxílio de um paquímetro digital, foram mensuradas em milímetros o comprimento, a largura e a espessura de 400 sementes. Para a determinação do peso das sementes, foi usada balança de precisão de 0,1 g. Foi registrado o número de sementes intactas e danificadas por predação. Foi considerada sementes predadas por insetos aquelas que apresentaram orifício indicando a presença de larvas e/ou insetos adultos. O cálculo da taxa de predação (Tp) das sementes foi realizado de acordo com Lima et al. (2015). Após 14 dias no laboratório as sementes foram semeadas.

Semeadura e emergência de plântulas

As sementes foram semeadas em sacos plásticos (tamanho 15 x 25 cm) contendo a seguinte composição: solo de barranco, areia e fibra de coco (3:1:1), em seguida, foram acondicionados em viveiro com sombrite de 50% de sombreamento. O substrato foi irrigado diariamente. Foi computado o número de plântulas emergidas até 30 dias após a semeadura. Foi considerada plântula emergida aquela que possuía os cotilédones totalmente expandidos acima do solo (LABORIAU, 1983), sendo os resultados expressos em porcentagem.

O tempo médio (TM) e índice de velocidade de emergência (IVE) foram calculados utilizando a fórmula proposta por Labouriau (1983) e Maguire (1962), respectivamente. Para a realização desses testes, as sementes foram categorizadas em leves (<31,55 g) e pesadas (>31,55) conforme o método utilizado por Souza e Fagundes (2014). Para cada categoria foram quatro repetições de 50 sementes, totalizando 200 por categoria.

Desenvolvimento de mudas em viveiro

Aos 60 e 140 dias após a semeadura, as mudas foram submetidas as seguintes mensurações: Altura da Parte Aérea (APA); Diâmetro do Coleto (DC); Número de Folhas (NF); Folíolos (NFO); Índice de Área Foliar (IAF) e determinação dos teores de clorofilas (clorofila *a*: CA; clorofila *b*: CB). Em seguida, calculou-se as Taxas de Crescimento Relativo (TCR) dessas variáveis, através da adaptação da fórmula utilizada por Pimentel et al. (2018).

As mudas tiveram sua área foliar mensurada a partir de imagens digitais de suas folhas obtidas através de uma câmera digital, apoiada sobre um suporte fixo (40 cm de altura). As imagens das mudas foram processadas no *software* ImageJ, estimando-se a área foliar em centímetros. Os teores foliares de clorofila *a* e *b* foram realizadas utilizando um clorofilometro (ClorofiLOG-FALKER). Os dados foram obtidos através da média de três mensurações de folhas presentes no terço médio de cada muda. Os dados foram expressos em índice de clorofila Falker (ICF). Uma unidade de ICF equivale aproximadamente 8,77 a 13,82 $\mu\text{mol m}^{-2}$ para clorofila *a* e 11,8 a 12,5 $\mu\text{mol m}^{-2}$ para clorofila *b* (JUNIOR et al., 2012).

Desenvolvimento de mudas em campo

Foram transplantadas 180 mudas (240 dias após a semeadura) em três áreas com diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e abertura do dossel localizadas no Campo Experimental da EMBRAPA- km 23, Altamira-PA, com coordenadas 3° 16' 14,32" S, 52° 23' 37,92" O. A PAR das áreas foi realizada em dias ensolarados no horário mais quente do dia (aproximadamente as 13 horas) (SOUZA et al., 2017b), utilizando um sensor quântico (MQ-303, *Bar Quantum, Sigma Sensors*, Brasil) a 80 cm de altura do solo sobre cada muda transplantada. Foram realizadas quatro mensurações por muda, e em seguida foi realizado a média. Os dados foram expressos em $\mu\text{mol/m}^2$.

Para a mensuração da abertura do dossel, foram registradas fotos hemisféricas obtidas através de uma câmera de 16 megapixels (SM-A205G/DS, *Samsung*, Coreia do Sul) com uma lente de olho de peixe (APL-HD5-V2, *Apexel*, China), que fornece a porcentagem da abertura de dossel em 195°, posicionada sobre as mudas a 1,50 m de altura do solo. Em seguida as fotos foram analisadas utilizando o programa *GAP LIGHT ANALYZER* vs. 2.0 (FRAZER et al., 1999).

As características das três áreas eram: área um (A1), com média de 849,11 $\mu\text{mol/m}^2$ e 38,75%, para PAR e abertura de dossel, respectivamente. Espécie de maior ocorrência o freijó (*Cordia goeldiana* Huber – Boraginaceae); área dois (A2), com média de 409,04 $\mu\text{mol/m}^2$ e 51,30%, para PAR e abertura de dossel, respectivamente. Espécie de maior ocorrência a teca (*Tectona grandis* L.f. – Verbenaceae); área três, com média de 333,42 $\mu\text{mol/m}^2$ e 27,80%, para PAR e abertura de dossel, respectivamente. Espécie de maior ocorrência o mogno-africano (*Khaya* spp. – Meliaceae).

Em cada área as mudas foram distribuídas em três parcelas com 20 mudas, totalizando 60 mudas por área. A distribuição das mudas foi realizada de forma homogênea com relação ao peso de suas sementes de origem, de modo que em cada parcela possui sementes na mesma proporção. Em seguida, foi realizada duas avaliações (aos 60 e 180 dias após o transplante), onde foi mensurado: porcentagem de sobrevivência e rebrota e calculou-se as Taxas de Crescimento Relativo (TCR) dos mesmos parâmetro avaliados no viveiro, exceto para IAF, através da adaptação da fórmula utilizada por Pimentel et al. (2018).

Análises estatísticas

Foi realizada análise estatística descritiva dos dados das características das sementes e desenvolvimento inicial de mudas. Para analisar a relação entre as características de tamanho das sementes sobre a emergência de

plântulas, taxa de predação, porcentagem de sobrevivência e rebrota, foi ajustados Modelos Lineares Generalizados (GLM) para dados com distribuição binominal, utilizando os pacotes “car” (FOX E WEISBERG, 2011), “devtools” (WICKHAM et al. 2020) e “biodata” (RODRIGUES, 2020), conforme os autores Daibes e Cardoso (2018), Warton e Hui (2011) e Jaeger (2008).

Para analisar a diferença do IVE e TM entre sementes leves e pesadas, após constatado a normalidade de distribuição dos dados e a homogeneidade de variância por meio do Teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, foi realizado o teste ‘t’ de *student* não pareado (5%), utilizando o pacote “car” (FOX; WEISBERG, 2011). Para analisar a diferença de sementes emergidas e não emergidas que estavam predadas ou intactas, foi realizado o teste qui-quadrado (5%). Para verificar a diferença das TCR, devido a não normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk, $p < 0,05$) foi realizado análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis (5%), havendo diferença entre as médias, foi realizado análise de agrupamento de média de Scott-Knott (5%), utilizando os pacotes “vegan” (OKSANEN et al., 2019) e “car” (FOX e WEISBERG, 2011), “ScottKnott” (JELIHOVSKI et al., 2014). Já para analisar a influência da biometria e peso das sementes nas análises de desenvolvimento de mudas, foi realizada a Análise de Redundância (RDA), utilizando o pacote “vegan” (OKSANEN et al., 2019). Todas as análises foram realizadas no ambiente R (R CORE TEAM, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química e granulométrica do solo dos pontos de coleta estão apresentados na Tabela 1. A partir da análise química dos solos observamos que os dois pontos apresentam valores baixos para os parâmetros avaliados, exceto pela saturação de alumínio ($\geq 50\%$), se enquadrando em solos categorizados como pobres (PREZOTTI et al., 2007). Isso porque, solos que apresentam saturação de alumínio superior a 50% são classificados como solos álicos (muito pobres), e uma saturação de bases baixa (V%) significa que há pequenas quantidades de cátions, como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} , saturando as cargas negativas dos colóides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H^{+} e Al^{3+} . Nos pontos coletados os solos podem ser considerados ácidos (pH 4,4 a 4,8), podendo até conter alumínio em nível tóxico às plantas, essa situação pode ser comum para grandes áreas tropicais (EMBRAPA, 2011).

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo dos dois pontos de coleta de sementes de *V. americana* Aubl. na profundidade de 20 e 40 cm.

Table 1. Chemical and granulometric analysis of the soil at the two seed collection points of *V. americana* Aubl. at 20 and 40 cm of depth.

Parâmetros analisados	Ponto 1		Ponto 2	
	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
Fósforo-Mehlich (mg/dm ³)	6	2	4	3
Potássio (mg/dm ³)	35	20	36	21
Cálcio (cmolc/dm ³)	0,4	0,2	0,5	0,3
Magnésio (cmolc/dm ³)	0,1	0,1	0,2	0,1
Alumínio (cmolc/dm ³)	1,3	1,3	0,8	0,8
H + Al (cmolc/dm ³)	6,8	6,4	8,4	4,0
pH em água	4,6	4,4	4,7	4,8
Sódio (mg/dm ³)	3,0	2,0	2,0	1,0
Nitrogênio total (g/kg)	1,55	1,31	1,05	0,70
Relação Ca/Mg	4,0	2,0	2,5	3,0
Relação Ca/K	4,5	3,9	5,4	5,6
Relação Mg/K	1,1	2,0	2,2	1,9
Saturação de Ca na CTC a pH 7,0 (%)	5,4	3,0	5,4	6,7
Saturação de Mg na CTC a pH 7,0 (%)	1,4	1,5	2,2	2,2
Saturação de K na CTC a pH 7,0 (%)	1,2	0,8	1,0	1,2
Índice de Saturação de Sódio (%)	0,2	0,1	0,1	0,1

Soma de bases (SB) (cmolc/dm ³)	0,6	0,4	0,5	0,5
CTC efetiva (t) (cmolc/dm ³)	1,9	1,7	1,6	1,3
CTC a pH 7,0 (T) (cmolc/dm ³)	7,4	6,8	9,2	4,5
Saturação de alumínio (m%)	69	79	50	64
Saturação de bases (V%)	8,1	5,3	8,7	10,3
Areia grossa	352	342	294	276
Areia fina	326	282	294	236
Areia total	678	624	590	512
Silte	162	196	170	208
Argila	160	180	240	280
Classificação textural	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco argila-arenosa	Franco argila-arenosa

Com relação aos resultados da classificação textural dos solos, o primeiro ponto possui textura franco arenosa e o segundo ponto textura franco argila-arenosa. De acordo com os autores as árvores de *V. americana* ocorrem naturalmente em solos argilosos, argila-arenosos ou sílico-argilosos geralmente próximos às margens dos rios (SOUZA et al., 2000; SILVA; LEÃO, 2006; LORENZI, 2009). A classificação textural do primeiro ponto de coleta mostra que essa espécie também ocorre em solos não necessariamente argilosos e que o desempenho de crescimento e desenvolvimento devem ser melhor investigados.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da análise estatística descritiva das características biométricas e peso das sementes. O comprimento das sementes variou de 61,74 a 28,13 mm (média= 49,03 mm), largura de 43,38 a 20,08 mm (média= 33,87 mm), espessura de 41,76 a 22,97 mm (média= 33,62 mm), e o peso 53,48 a 6,56 g (média= 31,05 g). É possível observar a ampla variação do tamanho das sementes, sendo o peso a característica que mais variou (CV=25,95%), seguido do comprimento (CV=11,21%), largura (CV=9,92%) e espessura (CV= 8,89%).

Tabela 2. Estatística descritiva das características das sementes (comprimento, largura, espessura e peso), onde estão apresentados a média, valor mínimo (V-mín.), valor máximo (V-máx.), desvio padrão (S) e coeficiente de variação (CV).

Table 2. Descriptive statistics of seed characteristics (length, width, thickness and weight), where the average, minimum value (V-min.), Maximum value (V-max.), Standard deviation (S) and coefficient are presented of variation (CV).

Variáveis	Média	V-mín.	V-máx.	S	CV (%)
Comprimento (mm)	49,03	28,13	61,74	5,50	11,21
Largura (mm)	33,87	20,08	43,38	3,36	9,92
Espessura (mm)	33,62	22,97	41,76	2,99	8,89
Peso (g)	31,05	6,56	53,48	8,05	25,95

Com base nos resultados biométricos, as sementes de *V. americana* são grandes, conforme observado por Forget (1999), com grandes variações das características biométricas. Resultados similares quanto a biometria de sementes de *V. americana* foi encontrado por Pereira (2017) com sementes coletadas no município de Moju-PA, as quais apresentaram em média 48,70 mm de comprimento, 34,50 mm de largura e 35,30 mm de espessura, exceto para o peso, com média de 34,0 g, relativamente superior a obtida nesse trabalho. Esses resultados também corroboram com Cruz e Pereira (2016), que observaram comprimento (48,10 mm), largura (34,00 mm) e espessura (33,90 mm) em sementes de *V. americana* localizada em Moju-PA.

A partir dos resultados de desvio padrão e coeficiente de variação dos parâmetros das sementes, podemos observar uma ampla variação de todas as variáveis, principalmente o peso, semelhante ao resultado encontrado por Pereira (2017), que obteve 21,88% de coeficiente de variação para peso de sementes. Isso pode ser um indicativo de que essa espécie apresenta grande variabilidade com relação as características biométricas e peso de suas sementes, fator comum no que diz respeito as espécies arbóreas tropicais (CRUZ et al., 2001; CRUZ; CARVALHO, 2003; SILVA; CARVALHO, 2008). Existem diversos estudos relacionados a características biométricas e peso de sementes de espécies pertencentes a família Fabaceae que também

apresentaram variabilidade, sendo o peso a variável de maior variação (SANTOS et al., 2020; MEIRELLES; SOUZA, 2015; SANTOS et al., 2015; BEZERRA et al., 2014).

O tamanho da semente adotado por cada espécie representa, possivelmente, um compromisso entre as necessidades exigidas para a dispersão (as quais favorecem sementes pequenas) e as necessidades para o estabelecimento das mudas (as quais favorecem sementes grandes), esta situação ambígua justifica um polimorfismo do tamanho das sementes (MALAVASI; MALAVASI, 2001). No que diz respeito às sementes de *V. americana*, por serem recalcitrantes, essas necessitam de maior quantidade de reserva de nutrientes para que consigam emergir antes da perda da viabilidade (FLORIANO, 2004).

Além disso, o fator ambiental também pode influenciar o tamanho das sementes, geralmente, locais perturbados aumentam a probabilidade de dispersão de sementes menores (HAWES, et al., 2020). De acordo com Nogueira et al. (2010), a variação no tamanho de sementes está relacionada às características intrínsecas da espécie e às condições determinadas pelo meio ambiente. A semelhança dos resultados desse trabalho, Pereira (2017) e Cruz e Pereira (2016), trabalhando com comprimento, largura, espessura e peso de sementes de acapu, mostraram um padrão de variação dessas variáveis, que também pode estar relacionada ao ambiente semelhante da localização das árvores matrizes. Nesse sentido, se tem a necessidade de estudos sobre a influência do ambiente sobre o tamanho de suas sementes.

Trinta dias após a semeadura as sementes de acapu emergiram 46,5% (186 sementes emergidas). Esse valor é diferente dos resultados obtidos por Cruz e Pereira (2016), os quais obtiveram 92% de emergência. A baixa taxa de emergência encontrada nesse trabalho pode ser explicada devido a coleta ter sido dos frutos caídos ao solo, o que impede o controle do tempo em que esses foram dispersos da planta mãe e expostos às condições naturais da floresta, de modo que, quanto maior o período da exposição, menor são as chances de garantir a viabilidade fisiológica da semente em razão dos ataques de insetos, infestações por fungos e apodrecimento natural (VECHIATO; PARISI, 2013).

Além disso, outro fator importante que pode ter interferido na capacidade de emergência de plântulas, foi tempo (14 dias) em que as sementes permaneceram no laboratório até a realização do semeio, isso porque as sementes dessa espécie possui comportamento recalcitrante, que confere a rápida perda de água e, consequentemente, a perda da viabilidade fisiológica (MAUÉS et al., 1999). Souza et al. (2000) também obtiveram dificuldades na manutenção da viabilidade das sementes de *V. americana*, onde coletaram sementes de 253 lotes, porém, a germinação ocorreu em somente 144 deles, trazendo como consequência a perda da viabilidade de 43,08% dos lotes que estavam constituídos por sementes que não apresentavam sinais aparentes de degeneração, exceto uma pequena perda da umidade, o qual o obteve a taxa germinativa em média de 47,98%.

Na Figura 2, estão apresentados os resultados quanto a porcentagem de emergência com relação aos dias após a semeadura, porcentagem de emergência acumulada e a probabilidade de emergência com relação ao peso das sementes.

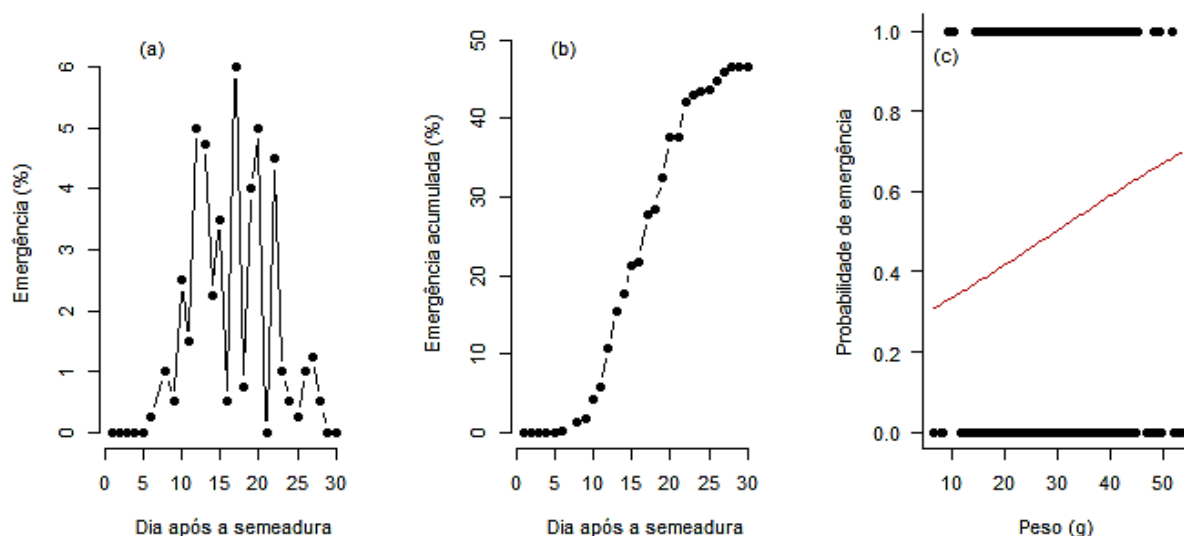


Figura 2. (a) Porcentagem de emergência de plântulas em relação aos dias após a semeadura; (b) Porcentagem de emergência acumulada; (c) Probabilidade de emergência com relação ao peso das sementes pelo Modelo Linear Generalizado.

Figure 2. (a) percentage of seedling emergence in relation to the days after sowing; (b) percentage of accumulated emergency; (c) Probability of emergence in relation to seed weight by the Generalized Linear Model.

Observou-se que a emergência de plântulas teve início no sexto dia após a semeadura, sendo o maior incremento diário no 17º dia (6%), e os incrementos mais acentuados foram do 10º ao 22º dia (40,25% da emergência total). Após esse período identificou-se redução da emergência (Figura 2a e Figura 2b). Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2000), em que o início da emergência ocorreu principalmente, entre o sexto e o décimo segundo dia, sendo o período germinativo da espécie determinado entre 30 e 40 dias. Cruz e Pereira (2016) também observaram que a emergência inicia nos primeiros dias após a semeadura, entretanto, a maior porcentagem diária (19%) foi observada no 10º dia, e incrementos mais acentuados ocorreram até o 17º, quando a porcentagem de sementes emergidas foi 84% e alcançou 92% no 23º dia.

De acordo com modelo Linear Generalizado para dados com distribuição binomial (emergidas e não emergidas), entre as variáveis de tamanho de sementes (comprimento, largura, espessura e peso) apenas o peso mostrou relação com a porcentagem de emergência de plântulas (GL=1,398, $p<0,05$). Quanto maior o peso da semente de *V. americana* maior é a probabilidade de emergência da plântula (Figura 2c). Provavelmente as sementes mais pesadas foram aquelas que perderam menos água durante procedimento metodológico no laboratório, além disso, sementes mais pesadas geralmente possuem maior quantidade de reserva nutricional, o que pode favorecer o desempenho se comparadas as leves (SOUZA et al., 2017a; SOUZA, et al., 2000).

Não se tem estudos em que se analisou a relação entre o tamanho de sementes de *V. americana* com a germinação e poucos são aqueles com a família Fabaceae. Vale destacar o realizado por Skogen et al. (2010), que estudaram três espécies da família Fabaceae (*Desmodium glutinosum*, *D. paniculatum* e *D. canadense*), que observaram que sementes mais pesadas também possuem maior probabilidade de germinação nas três espécies, e o realizado por Mishra et al. (2014), que também obteve resultados semelhantes pesquisando *Pterocarpus marsupium* Roxb. Um outro exemplo com espécie arbórea da Amazônia, porém, pertencente a família Mirtaceae, é o trabalho realizado por Souza et al. (2017a), estudando camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh). Os autores observaram que sementes mais pesadas conferem uma maior porcentagem de emergência. Já o trabalho desenvolvido por Gutiérrez et al. (1996), o peso das sementes de *Ulex europaeus* e *Ulex Gallii* (Fabaceae) não influenciou na probabilidade de emergência.

Não houve diferença no índice de velocidade de emergência e tempo médio para emergência entre sementes categorizadas como leves e pesadas ($p>0,05$), nesse sentido, sementes de *V. americana* leves (IVE= 1,31e TM= 16,21 dias) e pesadas (IVE= 1,44 e TM= 16,07 dias) obtiveram a mesma velocidade para emergir. Resultados similares quanto aos valores médios para o IVE foram obtidos por Pereira (2017), avaliando o vigor de sementes provenientes de nove matrizes de *V. americana*, em que os valores variaram de 0,9 a 1,47 (média de 1,16). Meirelles e Souza (2015) estudaram 8 espécies da mesma família. Sete espécies apresentaram IVE maiores que os obtidos nesse trabalho (variaram de 0,7 a 5,2) independentemente do tamanho das sementes. Analisando os resultados de tempo médio para emergência, o lote das sementes apresentou comportamento de emergência lenta de acordo a classificação estabelecida por Ferreira et al. (2001), onde valores de tempo médio maiores que 10 dias significam que as sementes possuem emergência lenta.

Na presente pesquisa o peso das sementes não influenciou na velocidade de emergência e tempo médio, entretanto, Dranski et al. (2019) estudando a *Schizolobium parahyba* [(Vell.) S. F. Blake] (Fabaceae), obteve maiores valores de IVE a partir de sementes maiores; Souza e Fagundes (2014) trabalhando com sementes de *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae) verificaram que sementes menores germinam mais rapidamente. Desse modo, confirma-se a importância do estudo da influência do tamanho de sementes sobre aspectos germinativos de espécies arbóreas.

Na Figura 3 está apresentado a taxa de predação das sementes e emergência de plântulas, podemos observar que 32,25% das sementes estavam predadas, sendo que dessas, 15,5% obteve a capacidade de emergir e 16,75% não emergiram.

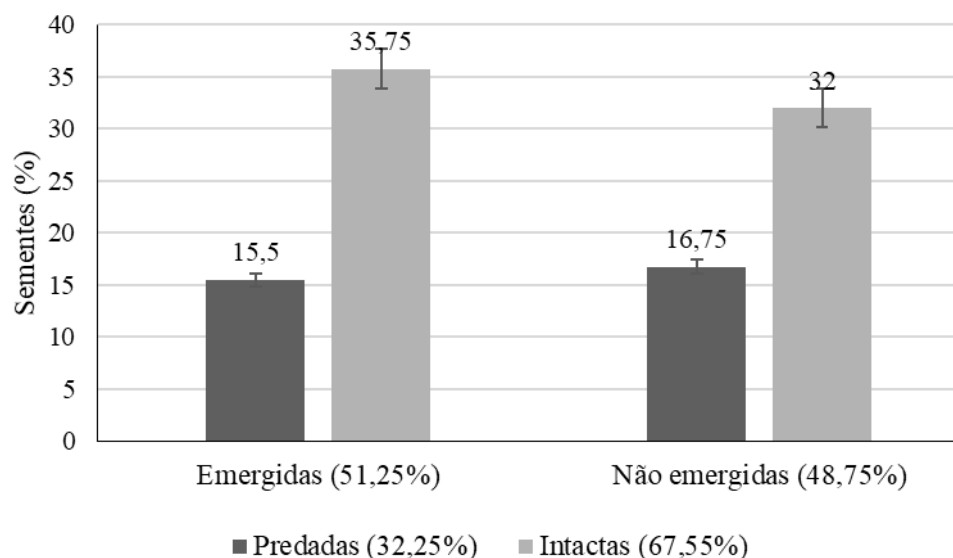


Figura 3. Frequência das sementes de *V. americana* que emergiram (predadas e intactas) e as que não emergiram (predadas e intactas) até os 60 dias após a semeadura.

Figure 3. Frequency of *V. americana* seeds that emerged (predated and intact) and those that did not emerge (predated and intact) until 60 days after sowing.

É possível observar uma elevada taxa de predação das sementes por insetos, provavelmente causada pelo contato das mesmas com solo antes da coleta, as quais ficaram expostas por tempo suficiente para que ocorresse a predação. Pereira (2017) também observou um elevado percentual de sementes de *V. americana* predadas (20 a 49%). Entretanto, acrescento, mesmo com a alta taxa de predação (32,25%), a porcentagem de emergência não foi afetada ($\chi^2 = 0,59765$, $df = 1$, $p = 0,43$), o que pode estar relacionada com o grande tamanho das sementes e por isso ter dificultado a predação do embrião, além disso, não houve preferência de peso e tamanho das sementes pelos insetos predadores ($p = 0,23$). Nesse sentido, podemos inferir que a coleta de sementes de *V. americana* para fins de propagação pode ser realizada de frutos caídos ao solo mesmo se possuírem furos ou não.

Na Figura 4, estão apresentados a taxa de crescimento relativo em altura, diâmetro, número de folhas e folíolos, teor de clorofilas e área foliar das mudas de *V. americana* enviveiradas originadas de sementes leves e pesadas.

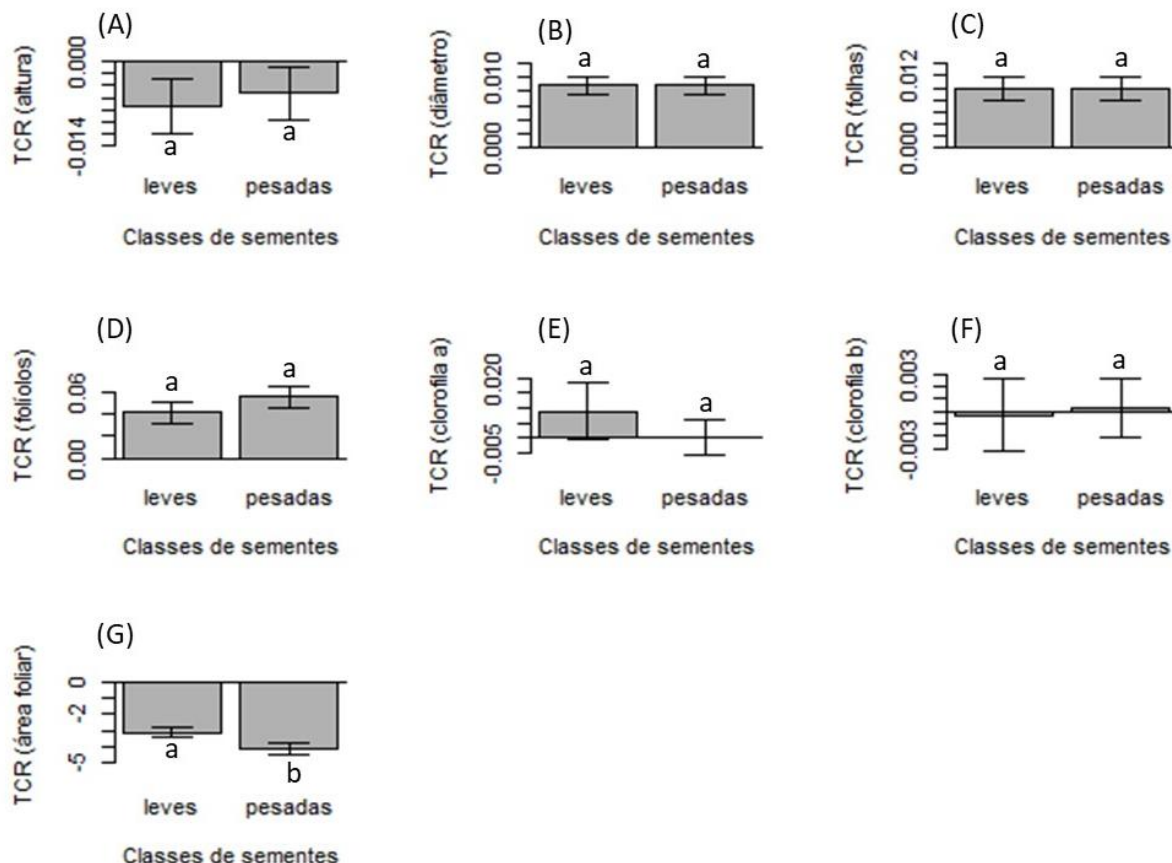


Figura 4. TCR de mudas de *V. americana* crescendo em viveiro: (A) altura da parte aérea; (B) diâmetro do coleto; (C) número de folhas; (D) número de folíolos; (E) teores de clorofila a; (F) teores de clorofila b e; (G) índice área foliar. Letras minúsculas diferentes entre as barras do mesmo gráfico indicam diferença significativa pelo Teste de Kruskal-Wallis (5%).

Figure 4. TCR of *V. americana* seedlings growing in a nursery: (A) shoot height; (B) diameter of the collection; (C) number of sheets; (D) number of leaflets; (E) chlorophyll a content; (F) contents of chlorophyll b and; (G) leaf area index. Different lowercase letters between the bars on the same graph indicate a significant difference using the Kruskal-Wallis test (5%).

Com base nos resultados da TCR das mudas enviveiradas, nota-se que alguns dos parâmetros avaliados foram menores na segunda avaliação como, altura da parte aérea, índice de área foliar e clorofila b (para sementes leves), pois, para essas variáveis a TCR foi negativo. Os valores negativos para essas variáveis são devido a morte e uma posterior rebrota de alguns indivíduos. Esses resultados podem estar relacionados ao fator luz, isso porque, em ambiente natural o desenvolvimento inicial dessa espécie acontece em locais sombreados e, no presente trabalho utilizamos sombrite com apenas 50% de sombreamento (ARAGÃO e ALMEIDA, 1997; MAUÉS, et al., 1999), o que pode ter colaborado para a perda das folhas mais velhas (folhas maiores), consequentemente a morte e posterior rebrota de algumas mudas.

Outro fator que pode estar relacionado a esses resultados, é o tempo em que essas mudas estavam no viveiro (140 dias) e o tamanho do recipiente em que estavam se desenvolvendo (sacos com 15 x 25 cm). Zuffo et al. (2018), estudando qual o melhor recipiente para o desenvolvimento de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (Fabaceae) até os 120 dias no viveiro, observou que sacos plásticos com dimensões 30 x 40 cm promoveram o melhor desenvolvimento do que sacos menores, principalmente em relação ao número de folhas. Isso acontece devido ao maior volume a ser explorado e consequentemente, melhor distribuição espacial do sistema radicular, possibilitando maior absorção de água e nutrientes (ANDRADE et al., 2012). Nesse contexto, são necessários estudos quanto a influência desses fatores sobre o desenvolvimento inicial de *V. americana* enviveiradas.

Das variáveis analisadas para sementes leves e pesadas, apenas índice de área foliar obteve diferença significativa estatisticamente (Kruskal-Wallis chi-squared=9,163; df = 1, $p < 0,05$), em que mudas originadas de sementes mais pesadas perderam mais área foliar que sementes leves, isso porque, sementes mais pesadas produziram folhas maiores do que as sementes leves (até os 60 dias após a semeadura), nesse sentido, a perda de área foliar foi proporcional a sua produção (sementes leves e pesadas perderam 76,59 e 71,68% de área foliar

aos 140 dias após a semeadura, respectivamente), sendo que a proporção da perda não se diferenciou estatisticamente pelo teste de qui-quadrado ($\chi^2 = 0,162$; $p = 0,686$). Isso pode ser melhor entendido ao analisar conjuntamente os resultados das Análises de Redundância a seguir.

Ao analisarmos a relação entre os caracteres biométricos de sementes sobre os parâmetros de desenvolvimento inicial de mudas na primeira avaliação, de acordo com a RDA, as variáveis de tamanho influenciam o desenvolvimento inicial (pseudo- $F_{(4,184)} = 9,9696$; $p = 0,001$), sendo a variável peso sobre o parâmetro de área foliar a relação mais importante (Figura 5).

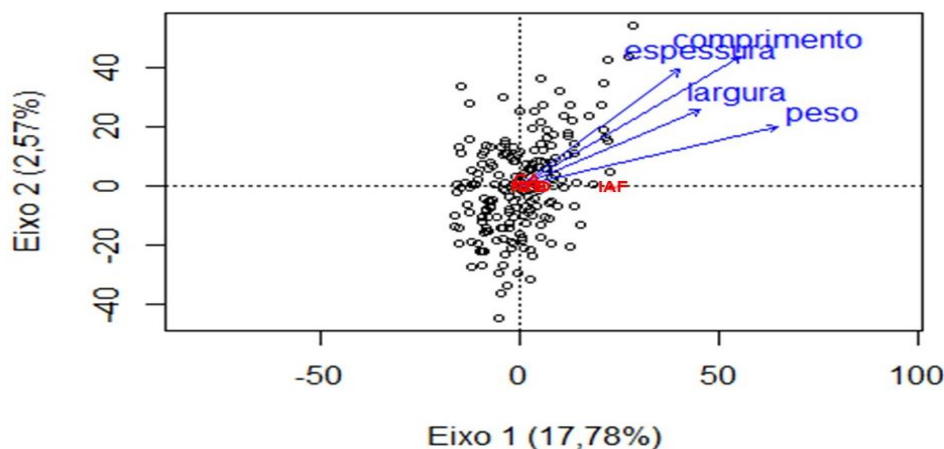


Figura 5. Análise de Redundância da relação entre o comprimento, largura, espessura e peso sobre a primeira avaliação dos parâmetros de desenvolvimento inicial de mudas (APA; DC; NF; NFO; IAF; CA; CB).
Figure 5. Redundancy analysis of the relationship between length, width, thickness and weight on the first evaluation of the initial seedling development parameters (APA; DC; NF; NFO; IAF; CA; CB).

Todavia, apesar da relação significativa, observa-se baixa correlação entre essas variáveis, pois, a soma dos valores dos eixos principais do plano cartesiano explica apenas 17,81% da relação (eixo um 17,78% e eixo dois 0,03% de explicação). Na segunda avaliação não houve relação significativa (pseudo- $F_{(4,186)} = 1,3723$; $p = 0,251$), desse modo, o peso de sementes não exerceu mais influência sobre o índice de área foliar. Provavelmente a partir de 60 dias o desempenho da muda é decorrente de sua própria atividade metabólica e fotossintética, já no período anterior (primeira avaliação) existe uma relação dependente com as reservas das sementes para seu desenvolvimento inicial, em que depende das reservas para a formação dos tecidos e a diferenciação deles, além de sua própria fixação e desenvolvimento do sistema radicular (DRESCH et al., 2013; SOUZA et al., 2017a). Existem estudos com outras espécies de Fabaceae em que o tamanho das sementes influencia o desenvolvimento inicial, como por exemplo os realizados por Dranski et al. (2019), Macera et al. (2017), Souza et al. (2017a), Pagliarini et al. (2014), Mishra et al. (2014), Souza et al. (2014), Souza e Fagundes (2014), Dresch et al. (2013) e Skogen et al. (2010).

Com relação a porcentagem de sobrevivência e rebrota das mudas em campo, obteve 88,33% e 28,33%, (área um), 86,66% e 30% (área dois) e 86,33% e 28,33% (área três), respectivamente. Tanto a porcentagem de sobrevivência como a de rebrota é estatisticamente semelhante entre as três áreas ($\chi^2 = 0,02$, $df = 2$, $p = 0,98$ e $\chi^2 = 0,06$, $df = 2$, $p = 0,96$). Além disso, de acordo com o GLM a probabilidade de as mudas sobreviverem e rebrotarem não tem relação com peso das sementes de origem, radiação solar e abertura de dossel e nem com a interação dessas variáveis ($p > 0,05$). Baraloto et al. (2005) obteve resultados semelhantes, estudando a relação entre peso de sementes de *V. americana* com a porcentagem de sobrevivência de mudas, observaram que o peso de sementes não exerce influência na sobrevivência.

No presente trabalho é possível observar uma alta porcentagem de sobrevivência e boa capacidade de rebrota das mudas de *V. americana* presente nas três áreas de plantio. Esses atributos são de grande importância na regeneração das florestas na Amazônia, sendo uma estratégia de sobrevivência evolutiva comum entre espécies arbóreas tropicais (CORDEIRO et al., 2017, VIEIRA; PROCTOR, 2007), além disso, são qualidades silviculturais essenciais que podem contribuir para a inclusão dessa espécie em programas de restauração de áreas degradadas (SOUZA; PIÑA-RODRIGUES, 2013).

Resultados contrários foram encontrados por Serrão et al. (2003) que, estudando a sobrevivência de mudas de *V. americana* com aproximadamente dez meses de idade implantadas em áreas com diferentes níveis de radiação solar, observaram uma média de sobrevivência de 58,96%, todavia, em ambientes onde ocorreram maior quantidade de radiação sua sobrevivência foi bastante acentuada (74,05%) quando comparada a

ambientes com menor incidência (48,5%), mostrando indícios de espécie típica de ambientes com radiação direta (heliófilas).

Na Figura 6 estão apresentados os resultados da TCR das variáveis de desenvolvimento de mudas de *V. americana* das três áreas.

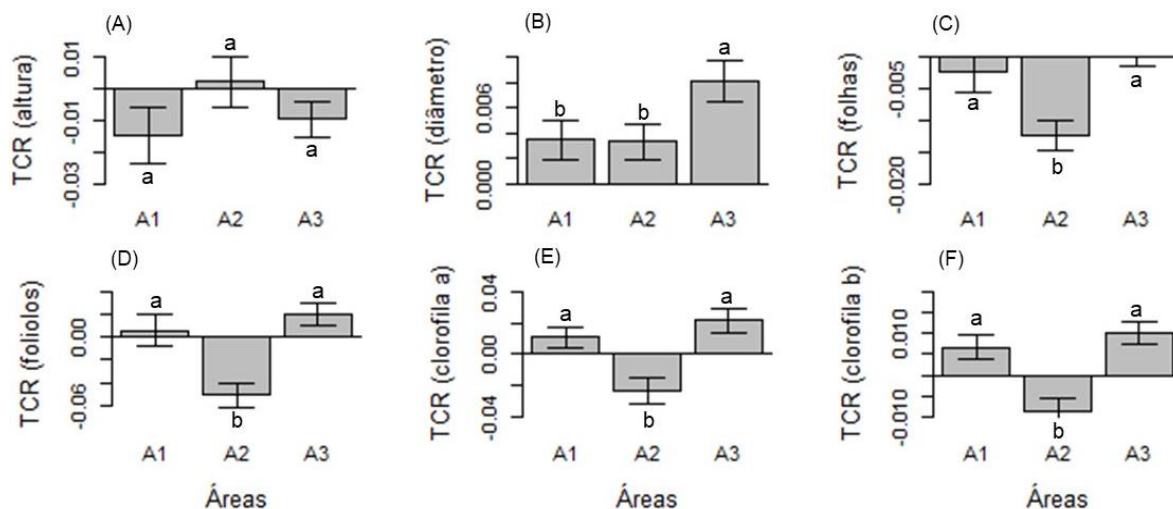


Figura 6. TCR de mudas de *V. americana* crescendo em três áreas (A1, A2 e A3): (A) altura da parte aérea; (B) diâmetro do coleto; (C) número de folhas; (D) número de folíolos; (E) teores de clorofila a e; (F) teores de clorofila b. Letras minúsculas diferentes entre as barras do mesmo gráfico indicam diferença significativa pelo Teste de Scott-Knott (5%).

Figure 6. RGR of *V. americana* seedlings growing in three areas (A1, A2 and A3): (A) aerial part height; (B) diameter of the collection; (C) number of sheets; (D) number of leaflets; (E) chlorophyll contents a and e; (F) chlorophyll contents b. Different lowercase letters between the bars on the same graph indicate a significant difference by the Scott-Knott test (5%)

Observando os resultados das TCR das mudas, nota-se valores negativos para algumas variáveis (altura da parte aérea, número de folhas, número de folíolos e teor de clorofilas), que pode estar associado ao processo de adaptação das mudas no ambiente, ataque por insetos herbívoros (observamos a presença de formigas e gafanhotos) e, conseqüentemente, algumas mudas perderam suas folhas e em seguida rebrotaram, resultando em decréscimo dos parâmetros. Como fundamentado na literatura, as folhas são fundamentais para a fotossíntese e respiração e, logo para o crescimento da planta, principalmente nessa fase de crescimento inicial onde as demandas por metabólitos são mais elevadas (LIMA et al. 2016).

O crescimento das mudas na área 2, aquela com PAR em torno de 409,04 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, foram as únicas que obtiveram incremento em altura (Figura 6A), apesar da não diferença estatística entre as áreas com relação a esse atributo. Além disso, as mudas dessa área apresentaram menor número de folhas, folíolos, clorofilas a e b em relação as demais, o que pode estar associado as características intrínsecas da *Tectona grandis* L. f. (teca), espécie de maior ocorrência nessa área, principalmente por possuírem folhas grandes e caducas (caducifólia), que confere a queda de suas folhas durante a estação seca (MACEDO et al, 2005), além disso, a teca possui compostos alelopáticos, principalmente os diterpenos (2-ácido oxokovalenic) e (19-hydroxyferruginol), os quais podem estar relacionados ao não desenvolvimento de *V. americana* (MACÍAS et al., 2010). Assim, nesse período essas folhas caíram sobre às mudas de *V. americana*, o que causou danos físicos, bloqueio da captação de luz, queda de suas folhas, estiolamento e tornou o ambiente propício para proliferação de patógenos.

O maior crescimento em altura das mudas da área dois e incrementos menores das outras variáveis, pode ter ocorrido em razão do estiolamento induzido pela baixa intensidade luminosa causado pela sobreposição das folhas de *T. grandis* L. f. nas mudas de *V. americana*. Espécies mantidas em condições de baixa disponibilidade de luz tendem a investir maior quantidade de fotoassimilados na parte aérea, além disso, o maior alongamento celular contribuiria para maior altura sob ambientes sombreados (CARVALHO et al., 2006; FELSEMBURGH et al., 2016). Portanto, não é interessante o plantio de mudas novas de *V. americana* em área para fins de enriquecimento florestal com predominância de *T. grandis* L. f., bem como, espécies que apresentam característica caducifólia.

Em relação ao crescimento em diâmetro do colo, foram observados incremento em mm nas três áreas avaliada, as mudas das três áreas obtiveram incremento, sendo que as mudas da área três sobressaíram em

relação as demais áreas (Figura 6B). Essa resposta pode estar associada ao maior sombreamento dessa área (com radiação em torno de 333,42 $\mu\text{mol/m}$), o que favoreceu aumento em diâmetro do colo das mudas (FELSEMBURGH et al. (2016). O diâmetro do caule é uma característica importante para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, pois mudas com baixos valores de diâmetro do caule podem apresentar dificuldades de se manterem eretas após o plantio (DANIEL et al., 1997).

Já para número de folhas, folíolos e teores de clorofilas, as mudas das áreas um e três apresentaram incremento similar e maior quando comparadas a área dois (Figuras 6C a F). Observou-se decréscimo no número de folhas, entretanto, as folhas novas possuíam um maior número de folíolos e pigmentos foliares. O aumento dos teores de clorofila nas folhas é relevante para o desenvolvimento de mudas, isso porque aumenta a capacidade fotossintética, o que gera ganho em biomassa, e consequentemente na capacidade de sobrevivência e rebrota (FELSEMBURGH et al., 2016; REGO; POSSAMAI, 2006).

Ao analisarmos a relação entre o peso das sementes leves e pesadas, radiação solar e abertura de dossel sobre a TCR dos parâmetros, de acordo com a RDA existe uma fraca relação (6,06% de explicação) entre as variáveis (pseudo- $F_{(3,152)} = 3,271$; $p = 0,003$). Sendo a variável radiação solar sobre teor de clorofila *a* e o número de folíolos as relações mais importantes (Figura 7).

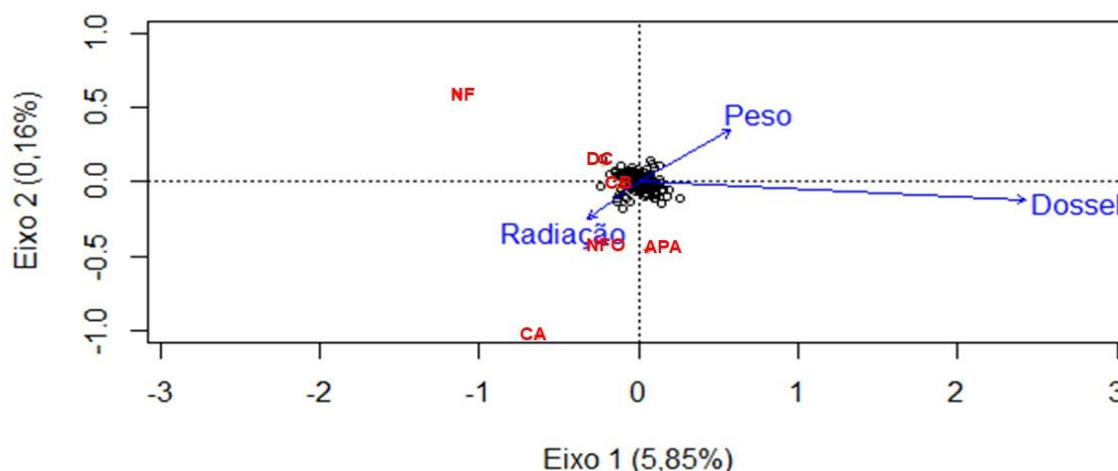


Figura 7. Análise de Redundância da relação entre o peso das sementes de origem, radiação solar e abertura de dossel sobre a TCR (APA; DC; NF; NFO; CA; CB) de mudas de *V. americana*.

Figure 7. Redundancy analysis of the relationship between seed weight, solar radiation and canopy opening on the TCR (APA; DC; NF; NFO; CA; CB) of *V. americana* seedlings.

A partir do gráfico da RDA, é possível observar a não correlação entre as variáveis independentes (peso das sementes, Dossel e Radiação). O peso de sementes de origem não exerceu influência nos parâmetros avaliados. Esses resultados não corroboram com os observados por Baraloto et al. (2005), analisando a influência do tamanho da semente no comprimento da parte aérea de mudas de *V. americana*. Os autores observaram que sementes mais pesadas de acapu originaram mudas maiores, porém, essas cresceram mais lentamente, sugerindo que para essa espécie o desenvolvimento das mudas adotam estratégias específicas de estabelecimento, usando as reservas iniciais das sementes e assim sendo dependente do tamanho e vigor inicial da semente de origem.

A radiação solar sobre número de folíolos e clorofila *a* possuem relação, em que os locais com maior incidência de radiação promoveram mudas com maior TCR desses parâmetros, entretanto, analisando o tamanho da seta do vetor da variável “Radiação” no gráfico, observamos que a correlação entre essas variáveis é fraca. As mudas de acapu tiveram um pequeno incremento quando mantidas nos locais de maior irradiância, todavia, também tiveram capacidade em se estabelecer em áreas sombreadas, como observado na Figura 6.

Analisando as duas figuras 6 e 7, exceto pela A2 (área dois), cujo os resultados foram influenciados principalmente pelas características da espécie circunvizinha de maior ocorrência, observou-se que as mudas de que *V. americana* obteve características favoráveis à sua sobrevivência com relação a radiação solar e abertura do dossel. O crescimento e a adaptação da planta a diferentes condições de luz do ambiente estão relacionados à sua eficiência fotossintética, e também com a eficiência e a rapidez com que os padrões de alocação de biomassa e o comportamento fisiológico são ajustados (MOTA et al., 2012).

CONCLUSÃO

Entre os parâmetros biométricos, o peso das sementes é a variável que influencia a emergência, onde sementes mais pesadas apresentam maior probabilidade para emergência de plântulas. Os danos de predação por insetos nas sementes não afetam a capacidade de emergência. O peso de sementes não está relacionado com o desenvolvimento em campo. As mudas tiveram capacidade em se desenvolver em áreas com irradiância de 409,04 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ e 849,11 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, mostrando indícios de adaptação.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. R.; PETTER, F. A.; MARIMON JÚNIOR, B.H.; ZUFFO, A.M.; SOUZA, T.R.S.; GONÇALVES, L.G.V. Formação de mudas de mamona em diferentes recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Dois Irmãos Recife, v.7, n.2, p.274-279, 2012.
- ARAGÃO, I. L. G.; ALMEIDA, S. S. Estrutura ecológica comparada de populações de acapu (*Vouacapoua americana* Aubl., Caesalpinaceae) em duas florestas de terra firme na Amazônia Oriental. In: Lisboa, P. L. B. org. **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, v.I, p.273-290, 1997.
- ÁVILA, F. (Ed.). **Árvores da Amazônia**. São Paulo: Empresa das Artes, 243 p. 2006.
- AZEVEDO, G. F. C.; MARENCO, R. A. Growth and physiological changes in saplings of *Minquartia guianensis* and *Swietenia macrophylla* during acclimation to full sunlight. **Photosynthetica**, Praha, v.50, n.1, p.86-94, 2012.
- BARALOTO, C.; FORGET, P. M.; GOLDBERG, D. Seed mass, seedling size and neotropical tree seedling establishment. **Journal of Ecology**, v.93, p.1156–1166, 2005.
- BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; DIAS, E. S. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Guibourtia hymenifolia* (Moric.) J. Leonard (Fabaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.5, p.1089-1098, 2011.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J. **Ecologia: de indivíduos a populações**. Porto Alegre: ARTMED, 2007. 752p.
- BEZERRA, F. T. C.; ANDRADE, L. A.; BEZERRA, M. A. F.; SILVA, M. L. M.; M. A. F.; NUNES, R. C. R; COSTA, E. G. Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em *Cassia fistula* L. (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v.35, n.4, p.2273-2286, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa; ACS, 2009.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 30 mar. 2019.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP: Jaboticabal. 590 p. 2012.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (MART.) BECC.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.351-357, 2006.
- CHRISTRO, L. F.; AMARAL, J. F. T.; LAVIOLA, B. G.; MARTINS, L. D.; AMARAL, C. F. Biometric analysis of seeds of genotypes of physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande-PB, v.8, n.1, p.01-03, 2012.

CLIMATE- DATA.ORG. Clima Vitória do Xingu. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/para/vitoria-do-xingu-313630/> Acesso em: 02 jan. 2020.

CORDAZZO, C.V. Effect of Seed Mass on Germination and Growth in Three Dominant Species in Southern Brazilian Coastal Dunes. **Brazilian Journal of Biology**. 2002.

CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. de A. **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. (p.323), Belém: EDUFRA, 2017.

CRUZ, E. D, PEREIRA, A. G. Germinação de sementes de espécies amazônicas: acapu (*Vouacapoua americana* Aubl.). Comunicado Técnico, 288, **Embrapa Amazônia Oriental**, 4p. 2016.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de Curupixá 305 (*Micropholis cf. Venulosa* Mart. & Eichler - Sapotaceae). **Acta Amazônica**, v.33, n.3, p.389-398, 2003.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p. 161-165, 2001.

DAIBES, L. F.; CARDOSO, V. J. M. Seed germination of a South American forest tree described by linear thermal time models. **Journal of Thermal Biology**, 2018.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.21, p.163-168, 1997.

DEGEN, B.; BLANC, L.; CARON, H.; MAGGIE, L., KREMER, A., GOURLET-FLEURY, S. Impact of selective logging on genetic composition and demographic structure of four tropical tree species. **Biologia da Conservação**. v.131, p.386-401. 2006.

DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q.; MASETTO, T. E.; VIEIRA, M. Germinação e vigor de sementes de gabirola em função do tamanho do fruto e da semente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v.43, n.3, p.262-271, jul./set. 2013.

DRANSKI, J. A. L.; SONDA, E. T.; JUNIOR, J. C. D. Tamanho de sementes e fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de *Schizolobium parahyba* [(Vell.) S. F. Blake)]. **Biotemas**, v.32, n.2, p.23-31, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2011. 212p

FERREIRA, A. G.; CASSOL, B.; ROSA, S. G. T. D.; SILVEIRA, T. S. D.; STIVAL, A. L.; SILVA, A. A. Germination of seeds of Asteraceae natives of Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Botânica Brasilica**, v.15, n.2, p. 231-42, 2001.

FELSEMBURGH, C. A.; SANTOS, K. J. S.; CAMARGO, P. B.; CARMO, J. B.; TRIBUZY, E. T. Respostas ecofisiológicas de *Aniba parviflora* ao sombreamento artificial. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.36, n.87, p.201-210, jul./set. 2016.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**, Caderno Didático nº 2, 1ª ed./, Santa Rosa, 2004. 19 p.

FORGET, P. M.; MERCIER, F.; COLLINET, F. Spatial patterns of two rodent-dispersed rain forest trees *Carapaprocera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpinaceae) at Paracou, French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.15, p.301 - 313, 1999.

- FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. **Gap light analyzer (GLA), version 2.0: imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation**. 1999. Disponível em: <http://www.rem.sfu.ca/forestry/downloads/gap-light-analyzer.htm>. Acesso em: 19 nov. 2019.
- FOX, J; WEISBERG, S. **An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage**. 2011. Disponível em: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>. Acesso em: 2020.
- GUTIÉRREZ, D., MENÉNDEZ, R.; OBESO, J. R. Effect of ovule position on seed maturation and seed weight in *Ulex europaeus* and *Ulex gallii* (Fabaceae). **Canadian Journal of Botany**, v.74, n.6, 1996.
- HAWES, J. E.; VIERA, I. M. A. C. G.; MAGNAGO, L. F. S.; BERENGUER, E.; FERREIRA, J.; ARAGÃO, L. E. O. C.; CARDOSO, A.; LEES, A. C.; LENNOX, G. D.; TOBIAS, J. A.; WALDRON, A.; BARLOW, J. A large-scale assessment of plant dispersal mode and seed traits across human-modified Amazonian forests. **Journal of Ecology**, v.108, p.1373-1385, 2020.
- JAEGGER, T. F. Categorical data analysis: Away from ANOVAs (transformation or not) and toward logit mixed models. **Journal of Memory and Language**, v.59, p.434-446, 2008.
- JELIHOVSCHI, E. G.; FARIA J. C.; ALLAMAN, I. B. ScottKnott: A Package for Performing the Scott-Knott Clustering Algorithm in R. **Trends in Applied and Computational Mathematics** v.15, p.3-17, 2014.
- JUNIOR, E. B.; ROSSIELLO, O. P.; SILVA, R. V. M. M.; RIBEIRO, R. C.; MORENZI, M. J. F. Um novo clorofilômetro para estimar os teores de clorofila em folhas do capim Tifton 85. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.12, p.2242-2245, 2012.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria de OEA, 1983, 174 p.
- LEWIS, G. P; SCHRIRE, B. D.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the World**. Royal Botanic Gardens, KEW, 2005, 592 p.
- LIMA, T.V; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; MOURA, A. R. Avaliação das características biométricas e da predação de estruturas reprodutivas de cabo-de-machado. **Scientia plena**. v.11, n.05, 2015.
- LIMA, P. A. F.; GATTO, A.; ALBUQUERQUE, L. B.; MALAQUIAS, J. V.; AQUINO, F. G. Crescimento de mudas de espécies nativas na restauração ecológica de matas ripárias. **Neotropical Biology and Conservation**, v.11, n.2, p.72-79, 2016.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras. v. 02 ed. 03. **Nova Odessa**: Instituto Plantarum. 384 p. 2009.
- MACEDO, R. L. G.; GOMES, J. E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B. G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, v.11, n.01, p.61-69, 2005.
- MACERA, L. G.; PEREIRA, S. R.; SOUZA, A. L. T. Survival and growth of tree seedlings as a function of seed size in a gallery forest under restoration. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 31, n.4, p.539-545. 2017.
- MACÍAS F. A.; LACRET, R.; VARELA, R. M.; NOGUEIRAS, C.; MOLIMILLO, J. M. G. Isolation and phytotoxicity of terpenes from *Tectona grandis*. **Journal of Chemical Ecology**, v.36, p.396-404, 2010.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.76-177, 1962.
- MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Influência do tamanho e do peso da semente na germinação e no estabelecimento de espécies de diferentes estágios da sucessão vegetal. **Floresta e Ambiente**, v.8, p.212-215, 2011.

- MAUES, M. M.; SANTOS, L. F. C.; MACQUEEN, D.; MARTINS, S. R. C. V. Biologia da polinização do acapu (*Vouacapoua americana* Aubl. Leguminosae), uma essência florestal amazônica. In: SIMPOSIO SILVICULTURA NA AMAZONIA ORIENTAL, 1999, Belem. **Resumos expandidos...** Belem: EMBRAPACPATU. p.142-145. 1999.
- MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.08-17, 2007.
- MEIRELLES, A. C.; SOUZA, A. G. Germinação natural de oito espécies de *Swartzia* (Fabaceae, Faboideae) da Amazônia. **Scientia Amazonia**, v.4, n.3, p.84-92, 2015.
- MISHRA, Y.; RAWAT, R.; RANA, P. K.; SONKAR, M. K.; MOHAMMAD, N. Effect of seed mass on emergence and seedling development in *Pterocarpus marsupium* Roxb. **Journal of Forestry Research**, v.25, n.2, p.415-418, 2014.
- MOTA, L. H.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, v.22, n.3, p.423-431, 2012.
- NOGUEIRA, F. C. B.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLAO, M. Caracterização da germinação e morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Dalbergia cearensis* Ducke (pau-violeta) - Fabaceae. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.24, n.4, p.978-985, 2010.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R., LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; et al. 2019. **Vegan: Community Ecology Package, R package version 2.4-3**. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan> Acesso em out. de 2019.
- PAGLIARINI, M. K.; NASSER, M. D.; NASSER, F. A. C. M.; CAVICHIOLI, J. C.; CASTILHO, R. M. M. Influência do tamanho de sementes e substratos na germinação e biometria de plântulas de jatobá. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.8, n.5, p.33-38, dez. 2014.
- PEREIRA, A. G. **Morfometria de frutos, sementes, desenvolvimento pósseminar, plântulas e de plantas jovens e fisiologia de sementes de *Vouacapoua americana* Aubl. (leguminosae)**. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.
- PIMENTEL, C. R.; CARVALHO, C. S. S.; PAULETTO, D.; LOPES, L. S. S.; RODE, R. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema agroflorestal experimental em Santarém, Pará, **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, 2018.
- PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória, ES: SEEA; Incaper; CEDAGRO, 2007. 301 p.
- REGO, R. S.; SILVA, A. J. C.; BRONDANI, G. E.; GRISI, F. A.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S. Caracterização Morfológica do Fruto, Semente e Germinação de *Duranta vestita* Cham. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Biociências**. v.5, p.474-476, 2007.
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.53, p.179-194, 2006.
- RODRIGUES, V. B. **biodata: GLM diagnostic**. R package version 0.1.0.2020.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 2020.

- SANTOS, L. R.; ALMEIDA, M. C.; WITTMANN, F. Biometria e germinação de sementes de *Macrolobium acaciifolium* (Benth.) Benth. de várzea e igapó da Amazônia Central. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v.75, 2020.
- SANTOS, M. A.; BRAGA, L. F.; NETO, M. R.; SORATO, M. C. Aspectos morfológicos e fisiológicos da germinação e morfometria de frutos e sementes de *Swartzia recurva* Poep. (Fabaceae). **Ciência e Natura**, v.37, n.3, p. 34-54, 2015.
- SERRÃO, D. R.; JARDIM, C. S.; NEMER, T. C. Sobrevivência de seis espécies florestais em uma área explorada seletivamente no município de moju, PARÁ. **Cerne**, v.9, n.2, 2003.
- SILVA, B. M. S.; CARVALHO, N. M. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard. - Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.55-65, 2008.
- SILVA, S.; LEÃO, N.V.M. **Árvores da Amazônia**. Empresa das Artes, São Paulo, 2006. 243p.
- SKOGEN, K. A., SENACK, L.; HOLSINGER, K. E. Dormancy, small seed size and low germination rates contribute to low recruitment in *Desmodium cuspidatum* (Fabaceae). **The Journal of the Torrey Botanical Society**, v.137, n.4, 2010.
- SCHMITT, J.; SCARDUA, F. P. A descentralização das competências ambientais e a fiscalização do desmatamento na Amazônia. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.49, 2015.
- SOUZA, O. M.; SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G.; CHAGAS, E. A.; CHAGAS, P. C.; LIMA, C. G. B.; MORAIS, B. S. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de plântulas de populações de Camu-Camu. **Scientia Agropecuaria**, v.8, n.2, p.119-125, 2017a.
- SOUZA, C. S. C. R.; SANTOS, V. A. H. F.; FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. C. Biomassa, crescimento e respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* bonpl. submetidas a diferentes níveis de irradiância. **Ciência Florestal**, v.27, 2017b.
- SOUZA, M. L.; FAGUNDES, M. Seed size as key factor in germination and seedling development of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae). **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n.17, 2014.
- SOUZA, M. C. S.; PIÑA-RODRIGUEZ, F. C. M. Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na Floresta Ombrófila Densa, Paraty, RJ. **Revista Árvore**, Goiânia, v.37, n.1, p.89-98, 2013.
- SOUZA, L.A.G.; DANTAS, A.R.; MATOS, R.B.; SILVA, M.F.; SAMPAIO, P.T.B. Período de frutificação e viabilidade das sementes de "acapu" (*Vouacapoua americana* Aubl. Leg. Caesalp.), na região do médio rio Tocantins, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Emílio Goeldi, Série Botânica**, v.16, n.1, p.3-21, 2000.
- UNIÃO INTERNACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (IUCN). Classificação da *Vouacapoua americana* Aubl. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T33918A9820054>. Acesso em: 18 de janeiro de 2020.
- VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. Importância da qualidade sanitária de sementes florestais na produção de mudas. **Biológico**. v.75, n.1, p. 27-32, 2013.
- VIEIRA, L.C.G.; PROCTOR, J. Mechanisms of plant regeneration during succession after shifting cultivation in eastern Amazonia. **Plant Ecology**, v.92, n.2, p.303-315, 2007.
- ZUFFO, A. M.; STEINER, F.; BUSHU, A.; JUNIO, J. M. Z.; SANTOS, D. M. S. Tamanho de recipientes na formação de mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (Fabaceae). **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.26, n.03, p.258-268, 2018.

WARTON, D.; HUI, F. The arcsine is asinine: the analysis of proportions in the ecology. **Ecology**, v.92, p.3-10, 2011.

WICKHAM, H.; HESTER, J.; CHANG, W. **devtools: Tools to Make Developing R Packages Easier**. R