



Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e armazenamento

Physiological classification of forest seeds for desiccation and storage tolerance

Keilyson Naazio Oliveira Moraes¹, Fiama Natacha Lima de Oliveira², Marilene de Campos Bento³, Rychaellen Silva de Brito⁴, Antônio Gilson Gomes Mesquita⁵.

¹Mestre em Ciência, Inovação e Tecnologia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, fone: +5568999682720, e-mail: keilysonmoraes@hotmail.com;
²Mestre em Ciência, Inovação e Tecnologia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, e-mail: fiamanatacha@hotmail.com; ³Doutora em Biologia Vegetal, Pesquisadora do Laboratório de Análise de Sementes Florestais, Parque Zoobotânico, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, e-mail: marilenepz@yahoo.com.br; ⁴Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, fone: (68) 999393187, e-mail: rychaellenbrito@gmail.com; ⁵Professor Titular na Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológica e da Natureza, Rio Branco, Acre, e-mail: mesquitaagg@gmail.com.

ARTIGO

Recebido: 29/05/2019
Aprovado: 08/12/2019

Palavras-chave:

Recalcitrantes
Ortodoxas
Sensibilidade à dessecação

Key words:

Recalcitrants
Orthodox
Sensitivity to desiccation

RESUMO

Objetivou-se neste estudo classificar as sementes de aguano (*Swietenia macrophylla* King) e matamatá (*Eschweilera juruensis* R. Knuth) quanto à tolerância a dessecação pelo método SCR (Seed Coat Ratio), teste de 100 sementes, e pelo protocolo convencional. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes Florestais da Universidade Federal do Acre. Para condução dos experimentos pelo método SCR foram utilizadas 40 sementes dissecadas em envoltório e eixo embrionário. Para o teste de 100 sementes foram utilizados dois ambientes, controle seco e controle úmido. Para o método convencional, as sementes de *S. macrophylla* foram submetidas à secagem a 6 e 5% e *E. juruensis* à secagem a 12 e 5%, ambas as espécies armazenadas por 90 dias com 5% do grau de umidade. Para avaliar o vigor foi utilizado o teste de emergência. O método SCR para as sementes de *S. macrophylla* foi de $P=0,0046$, classificadas como ortodoxas e as sementes de *E. juruensis* classificadas como recalcitrantes com $P=0,96$. No teste de 100 sementes a secagem a 15% ocasionou uma germinação de 76% para *S. macrophylla* e a perda do vigor das sementes de *E. juruensis*, após a secagem. Quando submetidas a secagem a 5% e armazenadas por 90 dias, as sementes de *S. macrophylla* apresentaram emergência de 93%, já as sementes de *E. juruensis* não mantiveram o vigor. A classificação fisiológica das espécies florestais quanto a tolerância a dessecação e ao armazenamento para *Swietenia macrophylla* classificada ortodoxa e *Eschweilera juruensis* como recalcitrante.

ABSTRACT

The objective of this study was to classify the seeds of aguano (*Swietenia macrophylla* King) and matamatá (*Eschweilera juruensis* R. Knuth) according to the desiccation tolerance by the SCR method (Seed Coat Ratio), test of 100 seeds, and by the conventional protocol. The experiment was carried out at the Forest Seed Analysis Laboratory of the Federal University of Acre. For conducting the experiments using the SCR method, 40 seeds dissected in wrap and embryonic axis were used. For the test of 100 seeds, two environments were used, dry control and wet control. For the conventional method, the seeds of *S. macrophylla* were subjected to drying at 6 and 5% and *E. juruensis* to drying at 12 and 5%, both species stored for 90 days with 5% of moisture content. The emergency test was used to assess vigor. The SCR method for the seeds of *S. macrophylla* was $P = 0.0046$, classified as orthodox and the seeds of *E. juruensis* classified as recalcitrant with $P = 0.96$. In the 100 seeds test, 15% drying caused 76% germination for *S. macrophylla* and the loss of vigor of *E. juruensis* seeds after drying. When submitted to drying at 5% and stored for 90 days, the seeds of *S. macrophylla* showed an emergence of 93%, whereas the seeds of *E. juruensis* did not maintain vigor. The physiological classification of forest species according to desiccation and storage tolerance for *Swietenia macrophylla* classified as orthodox and *Eschweilera juruensis* as recalcitrant.



INTRODUÇÃO

O sucesso da conservação de sementes está relacionado com a capacidade de mantê-las vivas em condições atípicas ao processo de germinação, especificamente, com a mínima quantidade de água e com a mais baixa temperatura possível (BARBEDO; SANTOS JUNIOR, 2018). Sendo necessário o conhecimento prévio do seu comportamento fisiológico durante a secagem e o armazenamento, já que sementes de diferentes espécies necessitam de condições especiais para a sua conservação (NERY et al., 2014).

Estima-se que 20 a 25% das espermatófitas produzam sementes não ortodoxas, mas esse percentual pode chegar a valores próximos a 50% em ecossistemas úmidos como florestas tropicais, o que dificulta ou mesmo impede a conservação *ex situ* dessas espécies, ainda que em médio prazo (WALTERS et al., 2013). A tolerância à dessecação baseia-se na capacidade dos organismos de recuperar as funções biológicas quando são reidratados, após sofrerem desidratação natural ou artificial (REGO et al., 2013). Consiste-se em uma importante estratégia de adaptação, pois mantém sua viabilidade por um longo período em condições favoráveis (PELLISSARI et al., 2013).

As sementes são classificadas em três categorias quanto à tolerância à dessecação e a capacidade de armazenamento: sementes ortodoxas, que toleram a secagem a baixos teores de água (2-5%) e podem ser armazenadas a baixas temperaturas (-20 °C) por longos períodos; sementes recalcitrantes comuns entre as espécies florestais da Região Tropical, as quais não toleram dessecação a baixos teores de água, nem o armazenamento a baixas temperaturas; e sementes intermediárias, que toleram a secagem somente até o grau de umidade entre 7 à 10% e não toleram o armazenamento a baixas temperaturas por tempo prolongado (ROBERTS, 1973; ELLIS et al., 1990; HONG; ELLIS, 1996; SACANDÉ et al., 2004).

Metodologias para classificação de sementes de espécies florestais nativas submetidas a dessecação e ao armazenamento são utilizadas por vários pesquisadores. Nery et al. (2014), através do protocolo proposto por Hong e Ellis (1996), classificaram as sementes de *Casearia sylvestris* e *Eremanthus incanus* como ortodoxas, após a dessecação e ao armazenamento a -20 °C, as sementes de *Qualea grandiflora*, foram classificadas como intermediárias e as sementes de *Guarea kunthiana* e *Protium heptaphyllum* como recalcitrantes. Pritchard et al. (2004), propuseram um teste utilizando apenas 100 sementes o qual pode fornecer indicações preliminares sobre a tolerância à dessecação, sendo utilizado principalmente quando se tem poucas sementes por espécie.

Daws et al. (2006), estudando o comportamento de 104 espécies com relação à sensibilidade à dessecação, concluíram que existe uma tendência para que espécies com maior sensibilidade apresentem maior razão entre o envoltório e a massa de matéria seca da semente, “Seed Coat Ratio” – SCR, descrito por Pritchard et al. (2004). Freitas e Almeida (2016), ao utilizarem esta metodologia puderam classificar 24 espécies florestais em tolerante (ortodoxa) e intolerante (recalcitrante) a dessecação, comparando alguns resultados obtidos com a literatura. Os mesmos concluíram que a previsão da tolerância da semente ao dessecação pelo método SCR foi eficiente para 42% das espécies estudadas. Do restante, 33% não foram

encontrados na literatura e 6% apresentaram resultados oposto ou foram classificadas segundo a literatura como intermediárias.

Diante do exposto este trabalho teve como objetivo classificar as sementes de aguano (*Swietenia macrophylla* King) e matamatá (*Eschweilera juruensis* R. Knuth) quanto a tolerância à dessecação e o comportamento no armazenamento pelo método SCR (Seed Coat Ratio), teste de 100 sementes, e pelo protocolo convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Swietenia macrophylla* foram colhidos com auxílio de podão diretamente da copa de duas matrizes, que foram selecionadas com uma distância superior a 100 m entre si, na zona rural do município de Sena Madureira – Acre, no ramal da Copaíba, nas fazendas “Os Bentos” (1W 00' 18" , 89S 59' 58") e “Copaíba” (73W 32' 52" , 9S 41' 54") no dia 28 de Julho de 2018. Os frutos de *Eschweilera juruensis* foram coletados no solo devido já ter ocorrido a queda natural, na Reserva Florestal Humaitá (67W 39' 50" , 9S 45' 07"), na cidade de Porto Acre – Acre, no dia 03 de maio de 2018. Os frutos das duas espécies coletadas foram acondicionados em sacos tipo rafia e transportados até o Laboratório de Análises de Sementes Florestais do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre (PZ/UFAC).

Em laboratório os frutos de *Swietenia macrophylla* ficaram dispostos sobre lona a pleno sol, a fim de completarem o processo de maturação, caracterizado pela abertura espontânea. O beneficiamento das sementes de ambas as espécies foi realizado manualmente, e logo após as sementes foram acondicionadas em saco plástico transparente e armazenadas em geladeira sob temperatura de 12 °C com 40% de umidade relativa até o início dos experimentos. Antes de cada teste as sementes foram submetidas a assepsia através da imersão em hipoclorito de sódio (NaClO) a 3% da solução comercial com 2,5% de princípio ativo por três minutos, seguindo-se com três enxágues em água (BRASIL, 2013). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC).

Determinação do grau de umidade: O grau de umidade inicial das sementes foi determinado de acordo com Brasil (2009), pelo método de estufa a 105 °C ± 3 °C, por 24 horas, com quatro repetições de 5g de sementes por tratamento, totalizando oito sementes por repetição para *S. macrophylla* e duas sementes por repetição para *E. juruensis*. Classificação fisiológica em relação à secagem e o armazenamento: Para a classificação fisiológica das sementes em relação a secagem e o armazenamento foram testadas três metodologias, a fim de comparar seus resultados.

Método SCR (Seed Coat Ratio): Para a previsão de tolerância ou intolerância ao dessecação das sementes de *S. macrophylla* e de *E. juruensis*, foram utilizadas 40 unidades de sementes (4 repetições de 10 sementes) dissecadas em envoltório e eixo embrionário. O material foi pesado e envolto em papel alumínio e levado a temperatura de 105 °C ± 3 °C, por 24 horas. Posteriormente, calculou-se a massa de cada parte dissecada, com o auxílio de balança de precisão, sendo então calculada a relação do envoltório com a massa da semente – SCR (Seed Coat Ratio) = (Massa seca do envoltório (endocarpo e testa))/(Massa seca da unidade de dispersão). Para o cálculo da probabilidade de a semente ser recalcitrante

foi utilizada a equação proposta por Daws et al. (2006); Gold; Hay (2008):

$$P = \frac{e^{3,269-9,974a+2,156b}}{1+e^{3,269-9,974a+2,156b}}$$

Sendo: a = SCR (razão entre a massa seca do envoltório da semente e a massa seca da semente); b = Log₁₀ (peso seco da semente).

Então, se $P < 0,5$ a semente é provavelmente tolerante a dessecação – ortodoxa; Se $P > 0,5$ a semente é provavelmente sensível à dessecação – recalcitrante.

Método do Teste de 100 sementes: O teste procedeu conforme a metodologia adaptada por Pritchard et al. (2004). Primeiro, determinou-se o grau de umidade de 10 sementes individuais conforme metodologia descrita por Brasil (2009), seguido do teste de germinação em germinador tipo B.O.D com temperatura constante de 30 °C, com duas amostras de 13 sementes, em bandejas plásticas contendo como substrato vermiculita (BRASIL, 2013). Para dessecação foram armazenadas trinta e duas sementes em recipiente de vidro contendo sílica gel em quantidade igual ao peso das sementes. Ao mesmo tempo, foi realizado o controle úmido contendo 32 sementes acondicionadas em recipiente de vidro fechado, utilizando vermiculita umedecida, para manter as condições de umidade; ambas mantidas em ambiente de laboratório (25 °C ±1 °C). Para as amostras desseçadas, foi realizada a troca da sílica gel sempre que necessário e as sementes foram pesadas diariamente até atingirem o grau de umidade de 15%, calculado por meio da equação proposta por Cromarty et al. (1985):

$$Pd = \frac{100 - U_i}{100 - U_d} * P_i$$

Sendo: Pd: Peso desejado (g); Pi: Peso inicial (g); Ui: Umidade inicial (%); Ud: Umidade desejada (%).

Quando as sementes atingiram 15% do grau de umidade, foram retiradas seis sementes das amostras desseçadas e seis do controle úmido para se determinar o grau de umidade conforme Brasil (2009). Em seguida, realizou-se o teste de germinação utilizando-se duas amostras de 13 sementes, tanto da amostra desseçada quanto do controle úmido, sendo posteriormente avaliada a porcentagem de germinação.

Método do protocolo convencional proposto por Hong e Ellis (1996): A metodologia utilizada para a classificação fisiológica das sementes quanto à tolerância ao armazenamento foi baseada no protocolo convencional proposto por Hong e Ellis (1996), com ajuste na temperatura de armazenamento das sementes para -14 °C.

As sementes recém-beneficiadas de *S. macrophylla* e de *E. juruensis* foram divididas em subamostras e submetidas à secagem sobre ventilador na temperatura de ambiente de laboratório (25 °C ±1 °C), de acordo com os níveis de hidratação a serem obtidos (6 e 5% para *S. macrophylla* e de 12 e 5% para *E. juruensis*). As sementes permaneceram sobre ventilador, sendo realizadas pesagens sucessivas até que o peso encontrado coincidissem com o grau de umidade desejado por meio da expressão proposta por Cromarty et al. (1985). As sementes com grau de umidade de 5% foram acondicionadas em saco transparente de polietileno e armazenadas em congelador a -14 °C por três meses.

O teste de viabilidade foi conduzido em casa de vegetação em bandejas plásticas (47x 37x 10 cm) contendo oito repetições de 50 sementes para *S. macrophylla* e com quatro

repetições de 25 sementes para *E. juruensis* conforme Brasil (2013), tendo como substrato vermiculita. O experimento foi mantido úmido com irrigações diárias com auxílio de um regador manual.

Das avaliações diárias foram calculadas a porcentagem de emergência das sementes recém-colhidas (Controle) e das sementes submetidas a secagem, além das armazenadas por 90 dias. A estabilização da emergência foi considerada a partir do sétimo dia após a última emergência (MARCOS FILHO, 1999), sendo considerada plântulas normais aquelas com potencial de continuar seu desenvolvimento e sementes mortas, as que não germinaram ou estavam moles e mofadas (BRASIL, 2009).

Análise dos dados: Para verificação dos pressupostos da Análise de Variância, foram realizados os testes de Anderson-Darling para normalidade e de Levene para homogeneidade, ambos ao nível de significância $\alpha=0,05$. Atendidos os pressupostos, os dados foram submetidos ao teste de Teste Tukey para análise de comparação entre as médias dos tratamentos a significância $\alpha=0,05$. As rotinas de cálculos foram realizadas por meio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação tegumento/sememente (SCR) para espécie *S. macrophylla* apresentou o valor de $P=0,0046$, valor este menor que 0,5 podendo ser classificada como ortodoxa, e as sementes de *E. juruensis* classificadas como recalcitrantes com $P=0,96$.

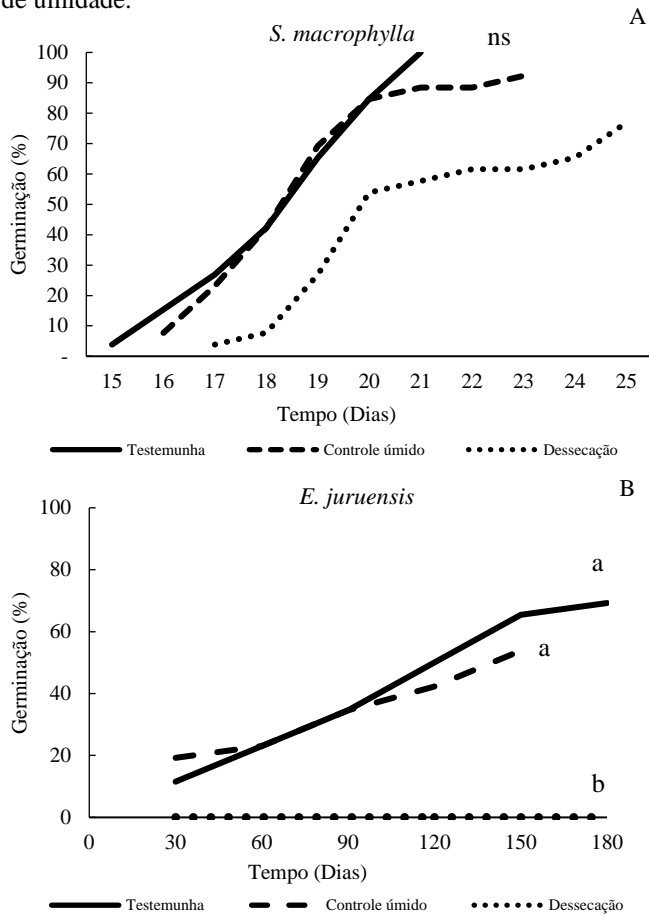
Alguns atributos das sementes como o tamanho, a massa seca, o formato, o teor de água no momento da dispersão e a razão tegumento/sememente (SCR) podem estar correlacionados com a tolerância à dessecação, podendo ser utilizados como preditores para avaliar a resposta das sementes à perda de água (LAN et al., 2014). Sementes sensíveis ao dessecação geralmente possuem grandes volumes, maior massa seca, tegumento fino e elevado teor de água no momento da dispersão (DAWS et al., 2005; HAMILTON et al., 2013; JAYASURIYA et al., 2013; VAZ et al., 2016) características que foram encontradas nesse estudo com sementes de *E. juruensis*.

As sementes recém coletadas de *S. macrophylla* apresentaram grau de umidade inicial de 23% e 42% para as sementes *E. juruensis*. Ambas as espécies foram submetidas a secagem a 15% de grau de umidade, a fim de se realizar o teste de germinação pelo teste de 100 sementes.

A curva de germinação para as sementes de *S. macrophylla* foi crescente para todos os tratamentos (Figura 1A). As sementes sem tratamento (testemunha) apresentaram a melhor porcentagem de germinação (100%), seguidas do controle úmido com 92% de germinação e com grau de umidade de 25%, após a secagem a 15% do grau de umidade as sementes apresentaram 76% de germinação.

As sementes de *E. juruensis* apresentaram germinação inicial (testemunha) de 69%, já aquelas submetidas ao controle úmido apresentaram 54% de germinação com grau de umidade de 48% (Figura 1B). Esse aumento do teor de água pode ter sido devido as sementes estarem em um recipiente selado contendo vermiculita umedecida, favorecendo assim, o aumento da umidade da semente. Para as sementes mantidas no controle seco, foi observado que ao atingirem 15% do teor de água as sementes começaram a apresentar início de deterioração por apresentarem rachaduras no tegumento, perdendo assim, sua viabilidade.

Figura 1. Germinação das sementes de *Swietenia macrophylla* e *Eschweilera juruensis* submetidas a secagem a 15% do grau de umidade.



Média seguida pela mesma letra não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns – não significativo

Pelo protocolo convencional de Hong e Ellis (1996), as sementes de *S. macrophylla* apresentaram uma alta porcentagem de emergência (93%), após 3 meses de armazenamento a $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tabela 1), portanto, a espécie pode ser classificada como ortodoxa. Os resultados aqui expostos

Tabela 1. Teor de água, Germinação e Classificação Fisiológica de duas espécies florestais submetidas a dessecação e o armazenamento.

Espécie	Grau de umidade (%)	Emergência (%)	Classificação fisiológica
<i>Swietenia macrophylla</i>	Inicial (9%)	95 a	Ortodoxa
	6%	98 a	
	5%	66 b	
	5% Armazenada por 90 dias	93 a	
<i>Eschweilera juruensis</i>	Inicial (41%)	60 a	Recalcitrante
	12%	0 b	
	5%	0 b	
	5% Armazenada por 90 dias	0 b	

Média seguida pela mesma letra não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados ressaltam a necessidade de estudos básicos para se conhecer os mecanismos envolvidos com a tolerância ou sensibilidade a dessecação de sementes e a forma mais adequada para definir a melhor tecnologia de armazenamento principalmente para as espécies recalcitrantes, possibilitando assim a conservação das sementes sem que haja comprometimento na germinação.

CONCLUSÕES

A classificação fisiológica das espécies florestais quanto a tolerância a dessecação e ao armazenamento para *Swietenia*

corroboram com estudos feitos por Lima Júnior e Galvão (2005), os quais classificaram as sementes de *S. macrophylla* como ortodoxas por não apresentarem tolerância à secagem a níveis de 5%, podendo ser armazenadas em embalagens impermeáveis e sob temperatura de 2 a 5 $^{\circ}\text{C}$ por até 8 anos.

De acordo com Roberts (1973), sementes ortodoxas não apenas toleram a dessecação, mas também apresentam aumento em sua longevidade, por meio da redução da temperatura de armazenamento e do grau de umidade. Sementes dispersas com grau de umidade aproximado ou inferior a 20% são susceptíveis a apresentar comportamento ortodoxo quanto ao armazenamento (HONG; ELLIS, 1996). Para as sementes de *S. macrophylla* recém-coletadas observou-se grau de umidade entorno de 23%, sendo um indicativo do comportamento ortodoxo.

As sementes de *E. juruensis* apresentaram 60% de emergência com grau de umidade inicial de (41%) sendo que, à medida que as sementes foram submetidas a secagem foi observado a deterioração das mesmas (Tabela 1). Portanto, de acordo com as metodologias utilizadas, as sementes de *E. juruensis* podem ser classificadas como recalcitrantes.

Sementes de *Eschweilera ovata* também foram classificadas como sendo recalcitrantes (GUSSON, 2003). Para este tipo de sementes a perda da água desencadeia alguns processos deterioráveis, como a desnaturação de proteínas, alterações na atividade das enzimas peroxidases e danos no sistema de membranas, resultando na completa perda de sua viabilidade (NAUTIYAL; PUROHIT, 1985).

Em estudos feitos com sementes de *Eugenia stipitata*, Calvi (2015) observou que essas sementes por serem altamente recalcitrantes, devem ser armazenadas com grau de umidade entre 54,7% e 62,2%, o qual foi obtido devido as sementes serem armazenadas em sacos plásticos com vermiculita umedecida em temperaturas entre 10 e 15 $^{\circ}\text{C}$. Ainda segundo o mesmo autor, esta condição de armazenamento possibilitou as sementes manterem sua viabilidade por até um ano, devido ocasionar um retardo ao metabolismo germinativo, possibilitando a maturação dos embriões e aumentando assim, a porcentagem final de germinação, em comparação às sementes recém-beneficiadas.

macrophylla classificada como tolerante a dessecação e ao armazenamento (ortodoxas) e *Eschweilera juruensis* como sensíveis a dessecação e ao armazenamento (recalcitrantes).

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- BARBEDO, C. J.; SANTOS JUNIOR, N. A. Sementes do Brasil: produção e tecnologia para espécies da flora brasileira. São Paulo: Instituto de Botânica, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária; 2009.
- BRASIL. Instruções para Análise de Sementes de espécies florestais. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. SNDA/DNPV/ CLAV. Brasília. p. 98, 2013.
- CALVI, G. P. Armazenamento das sementes recalcitrantes de *Eugenia stipitata mcvaugh*: aspectos tecnológicos e fisiológicos. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, 2015.
- CROMARTY, A. S.; ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H. Design of seed storage facilities for genetic conservation. Rome: IPGRI, p. 100, 1985.
- DAWS, M. I.; GARWOOD, N. C.; PRITCHARD, H. W. Traits of recalcitrant seeds in a semideciduous tropical forest in Panamá: some ecological implications. *Functional Ecology*, v. 19; p. 874-855, 2005.
- DAWS, M. I.; GARWOOD, N. C.; PRITCHARD, H. W. Prediction of Desiccation Sensitivity in Seeds of Woody Species: A Probabilistic Model Based on Two Seed Traits and 104 Species. *Annals of Botany* v.97, p. 667–674, 2006.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, H. An intermediate category of seed storage behaviour: I., coffee. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 41, n. 230, p. 1167- 1174, 1990.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- FREITAS, J. S.; ALMEIDA, M. C. Predição da tolerância ao dessecação de sementes florestais amazônicas. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 13, n. 23, p. 1002-1012, 2016.
- GOLD, K., HAY, F. Identifying desiccation- sensitive seeds. Millennium Seed Bank Project, Wakehurst Place, Ardingly, Technical Information Sheet, 2008.
- GUSSON, E. Uso e diversidade genética em populações naturais de biriba (*Eschweilera ovata* Cambess. Miens): subsídios ao manejo e conservação da espécie. 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- HAMILTON, K. I. M. N.; OFFORD, C. A.; CUNEO, P.; DESEO, M. A. A comparative study of seed morphology in relation to desiccation tolerance and other physiological responses in 71 Eastern Australian rainforest species. *Plant Species Biology*, v. 28, p. 51-62, 2013.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. A protocol to determine seed storage behaviour. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, p. 55, 1996.
- JAYASURIYA, K. M. G. G.; WIJETUNGA, A. S. T. B.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Seed dormancy and storage behaviour in tropical Fabaceae: a study of 100 species from Sri Lanka. *Seed Science Research*, v.23, p. 257-269, 2013.
- LAN, Q.; XIA, K.; WANG, X.; LIU, J.; ZHAO, J.; TAN, Y. Seed storage behavior of 101 woody species from the tropical rainforest of southern China: a test of the seed-coat ratio – seed mass (SCR – SM) model for determination of desiccation sensitivity. *Australian Journal of Botany*, Cap. 62, p. 305-311, 2014.
- LIMA JÚNIOR, M. J. V.; GALVÃO, M. S. Informativo técnico rede de sementes da Amazônia. n° 8, Manaus, 2005.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Cap.3, p.1-24, 1999.
- NERY, M. C.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A.; SOARES, G. C. M., NERY, F.C. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. *Cerne*, v. 20, n. 3 p. 477-483, 2014.
- NAUTIYAL, A. R.; PUROHIT, A. N. Seed viability in sal. II. Physiological and biochemical aspects of ageing in seeds of *Shorea robusta*. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.13, p.69-76, 1985.
- NASCIMENTO, W. M. O.; NOVEMBRE, A. S. L. C.; CICERO, S. M. Consequências fisiológicas da dessecação em sementes de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, n.2, p.38-43, 2007.
- PELLISSARI, F.; SILVA, C. J.; VIEIRA C. V. Classificação Quanto a Tolerância à Dessecação e ao Armazenamento de Sementes de *Cassia fistula* L. *Scientific Electronic Archives*, v. 2, p. 1-5, 2013.
- PRITCHARD, H. W.; DAWS, M. I.; FLETCHER, B. J.; GAMÉNÉ, C. S.; MSANGA, H. P.; OMONDI, W. Ecological correlates of seed desiccation tolerance in tropical African dryland trees. *American Journal of Botany*, v.91 p. 863-870, 2004.
- REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. PETKOWICZ, C. L. O.; SANTOS, A. F. Physiological behaviour of *Blepharocalyx salicifolius* and *Casearia decandra* seeds on the tolerance to dehydration. *Journal of Seed Science*, v.35, n.3, p.323-330, 2013.
- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 1, n. 4, p. 499-514, 1973.
- SACANDÉ, M.; JOKER, D.; DULLOO, M. E.; THOMPSON, K. A. Comparative storage biology of tropical tree seeds. Rome: IPGRI, p. 363, 2004.
- VAZ, T. A. A.; DAVIDE, A. C.; RODRIGUES – JUNIOR, A. G.; NAKAMURA, A. T. *Swartzia langsdorffii* Raddi: morphophysiological traits of a recalcitrant seed dispersed during the dry season. *Seed Science Research*, v.26, p. 47-56, 2016.
- WALTERS, C.; BERJAK, P.; PAMMENTER, N.; KENNEDY, K.; RAVEN. P. preservation of recalcitrante seeds. *Science*, v. 339, p. 915-916, 2013.