

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 22/02/2019.

MECANISMO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE
Annona cacans WARM. (ANNONACEAE)

SAMANTA JAQUELINE DALANHOL

Tese apresentada ao Instituto de Biociências,
Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção
do título de Doutor no Programa de Pós-
Graduação em Ciências Biológicas
(Botânica), Área de Concentração: Fisiologia
e Bioquímica Vegetal.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"Júlio de Mesquita Filho"

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

MECANISMO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE

Annona cacans WARM. (ANNONACEAE)

SAMANTA JAQUELINE DALANHOL

PROF^a DR^a GISELA FERREIRA
ORIENTADORA

Tese apresentada ao Instituto de Biociências,
Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção
do título de Doutor no Programa de Pós-
Graduação em Ciências Biológicas
(Botânica), Área de Concentração: Fisiologia
e Bioquímica Vegetal.

BOTUCATU - SP

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Dalanhol, Samanta Jaqueline.

Mecanismo de dormência em sementes de *Annona cacans* Warm.
(Annonaceae) / Samanta Jaqueline Dalanhol. - Botucatu, 2017

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio
de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Gisela Ferreira

Capes: 20303009

1. Sementes - Dormência. 2. Fruta-de-conde. 3. Anonacea.
4. Fenóis. 5. Acido abscísico. 6. Hipóxia. 7. Giberelina.

Palavras-chave: Ácido abscísico; Compostos fenólicos;
Giberelina; Hipóxia; Tegumento.

O impossível existe
até quando alguém duvide dele
e prove o contrário.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre ouvir minhas preces e me permitir crescer espiritualmente nesses quatro anos.

Aos meus pais, Celso Dalanhól e Marlene Peiter Dalanhól por terem sempre incentivado meus estudos, terem me dado suporte para chegar onde estou hoje e pelo apoio incondicional mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha orientadora Gisela Ferreira pela paciência e dedicação.

À CAPES pela bolsa de doutorado concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica) pela oportunidade de ingressar no doutorado.

Aos professores Carlos Ducatti (*in memoriam*), Carmen Regina Marcati, Edivaldo Domingues Velini, Elizabeth Orika Ono, Fernando Broetto, João Carlos Palazzo de Mello, Martha Maria Mischan e Michele Fernanda Bortolini que autorizaram o uso de seus laboratórios para que eu pudesse realizar as análises e me ajudaram com esclarecimentos a respeito de metodologias.

Ao pessoal do Departamento de Botânica, Heloíza, Inara, José Eduardo, Leonice e Maria Helena por toda disposição em ajudar e pela amizade.

Ao Beto e ao Thiago do Nupam pela ajuda com a quantificação dos fitormônios.

A todos os colegas da Pós-Graduação, que fizeram esses anos se tornarem mais leves, em especial aos amigos que também me ajudaram com avaliações e análises: Juliana, Magnun, Luís Paulo, Renata, Marília e Amanda.

À Marcela, que além de me ajudar com a anatomia, aceitou o desafio de morar comigo mesmo me conhecendo pouco, mas que proporcionou um convívio agradável, sempre disposta a ouvir meus desabafos durante esses quatro anos.

Às minhas amigas de Toledo/PR, Cibelly, Leidimar, Marlene, Taciara e Thaís, por estarem ao meu lado depois de muitos anos de amizade e sempre me ouvindo e me confortando quando precisei.

Aos estagiários da UNESP, UFSCar e PUCPR pela ajuda com coleta e beneficiamento de frutos e instalação de experimentos.

A todos que permitiram a coleta de frutos de *ariticum-cagão* em sua propriedade.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste projeto.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA EM SEMENTES	4
2.2 CLASSIFICAÇÃO DA DORMÊNCIA	5
2.2.1 Dormência fisiológica	6
2.2.2 Dormência morfológica e morfofisiológica	9
2.2.3 Dormência física e fisiofísica.....	10
2.3 DORMÊNCIA NA FAMÍLIA ANNONACEAE	10
2.4 <i>Annona cacans</i> WARM.....	11
3 CAPÍTULO 1 – ARMAZENAMENTO DOS FRUTOS DE <i>Annona cacans</i> WARM. E SUA RELAÇÃO COM A VIABILIDADE E DORMÊNCIA DE SEMENTES	13
Resumo	14
Introdução	14
Material e Métodos	15
<i>Material vegetal</i>	15
<i>Superação da dormência com reguladores vegetais e escarificação mecânica</i>	16
<i>Efeito do repouso após a coleta dos frutos na germinação e dormência</i>	17
<i>Características químicas dos frutos submetidos ao repouso após a coleta</i>	18
<i>Análise estatística</i>	19
Resultados	19
<i>Superação da dormência com reguladores vegetais e escarificação mecânica</i>	19
<i>Efeito do repouso após a coleta dos frutos na germinação e dormência</i>	23
<i>Características químicas dos frutos submetidos ao repouso após a coleta</i>	26
Discussão	27
Referências	29

4 CAPÍTULO 2 – LIMITAÇÃO ÀS TROCAS GASOSAS NO TEGUMENTO E MANUTENÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE <i>Annona cacans</i> WARM.	33
RESUMO.....	34
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	36
<i>Material vegetal</i>	36
<i>Delineamento experimental</i>	36
<i>Avaliações e análises experimentais</i>	37
<i>Análise estatística</i>	41
RESULTADOS	41
<i>Caracterização das sementes</i>	42
<i>Germinabilidade</i>	44
<i>Teor de água</i>	46
<i>Anatomia e morfologia</i>	47
<i>Fenóis totais</i>	51
<i>Atividade da enzima polifenoloxidase</i>	53
<i>Papel do tegumento na respiração das sementes</i>	55
<i>GA₄</i>	56
<i>Enzimas hidrolíticas</i>	58
DISCUSSÃO	62
LITERATURA CITADA	66
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
6 CONCLUSÕES.....	73
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

DALANHOL, S. J. **MECANISMO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Annona cacans* WARM. (ANNONACEAE)**. 2017. 83p. TESE (DOUTORADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

RESUMO – Sementes dormentes de *Annona cacans* Warm. não respondem ao tratamento com giberelina como observado em outras espécies da família Annonaceae. Mesmo sendo permeáveis à água, é sugerida a escarificação do tegumento das sementes para melhorar sua germinação, fato que se deve possivelmente aos compostos fenólicos presentes na sua composição. Além disso, é recomendado o repouso dos frutos após a coleta, sem o conhecimento do que isto poderia acarretar à germinação e dormência das sementes. O objetivo deste estudo foi avaliar se o repouso após a coleta dos frutos e o tegumento estão envolvidos na dormência de sementes de *Annona cacans*. Para avaliar o efeito do repouso dos frutos sobre a germinação, as sementes foram beneficiadas logo após a coleta e a cada dois dias até completar o período de dez dias, sendo avaliadas as características físico-químicas dos frutos e a germinabilidade das sementes a cada época. Para investigar como os compostos fenólicos estão envolvidos com a dormência das sementes, estudou-se o efeito da escarificação e da embebição em regulador nas sementes ao longo do tempo e, para tanto, foram avaliados a germinabilidade, a anatomia das sementes, o teor de fenóis totais, a atividade da enzima polifenoloxidase (PPO), a atividade respiratória das sementes, o hormônio GA₄ e a atividade de enzimas hidrolíticas. O repouso após a coleta dos frutos por até os quatro dias causa aumento na dormência das sementes, e a partir deste momento, observa-se perda gradativa da viabilidade das sementes conforme o tempo que estas permanecem nos frutos. Observou-se efeito sinérgico da escarificação das sementes e a embebição em regulador, pois estes tratamentos em conjunto aumentam a velocidade e a sincronização da germinação, além de apresentarem maior atividade respiratória e elevado teor de GA₄ após a embebição, o que aumentou a atividade de enzimas amilolíticas e proteolíticas neste mesmo período, contribuindo para a superação da dormência dessas sementes. Conclui-se que o repouso após a coleta dos frutos é prejudicial à germinação de sementes de *Annona cacans* e que o tegumento intacto destas sementes promove condição natural de hipóxia ao embrião, o que contribui para a manutenção de sua dormência.

Palavras-chave: ácido abscísico, compostos fenólicos, giberelina, hipóxia, tegumento.

DALANHOL, S. J. **MECHANISM OF SEED DORMANCY IN *Annona cacans* WARM. (ANNONACEAE)**. 2017. 83p. TESE (DOUTORADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

ABSTRACT – Dormant seeds of *Annona cacans* Warm. do not respond to treatment with gibberellin as observed in other species of the Annonaceae family. Although permeable to water, it is suggested seed coat scarification to improve its germination, a fact possibly due to the phenolic compounds present in its composition. In addition, it is recommended storage after fruit collection, without the knowledge of what this could induce to the germination and dormancy of the seeds. The aim of this study was to evaluate if the storage after fruit collection and the seed coat are involved in seed dormancy of *Annona cacans*. In order to evaluate the effect of the storage of the fruits on the germination, the seeds were benefited soon after the collection and every two days until completing the period of ten days, being evaluated the physical-chemical characteristics of the fruits and the germinability of the seeds at each time. To investigate how phenolic compounds are involved in seed dormancy, we studied the effect of seed scarification and seed imbibition in plant growth regulator over time, and, for this purpose, it were evaluated the germinability, seed anatomy, seed total phenols, polyphenoloxidase (PPO) activity, seed respiration, GA₄ and activity of hydrolytic enzymes. Storage after fruit collection for up to four days causes an increase in the seed dormancy, but from this moment on, a gradual loss of the seed viability was observed according to the time they remain in the fruits. A synergistic effect of seed scarification and imbibition in regulator was observed, because these treatments together increase germination speed and synchronization, in addition it had higher respiratory activity and a high GA₄ content after imbibition, which increased the activity of amylolytic and proteolytic enzymes in the same period, contributing to overcome seed dormancy. It is concluded that the storage after fruit collection is harmful to *Annona cacans* seed germination and that the seed coat promotes a natural condition of hypoxia to the embryo, which contributes to the maintenance of seed dormancy.

Key words: abscisic acid, phenolic compounds, gibberellin, hypoxia, seed coat.

1 INTRODUÇÃO

A dormência é uma estratégia de distribuição da germinação das sementes no tempo, com a finalidade de oferecer vantagens adaptativas para a espécie, evitando condições temporárias que prejudicam o estabelecimento das mudas e também ajuda na formação de bancos de sementes no solo (Gubler et al., 2008; Bewley et al., 2013). Sementes dormentes não tem a capacidade de germinar em um período específico de tempo sob uma variedade de fatores ambientais que seriam favoráveis à germinação em sementes não dormentes (Baskin; Baskin, 2014). No entanto, a dormência dificulta o planejamento de viveiristas para a obtenção de mudas de espécies nativas, pois requerem tratamentos específicos, às vezes desconhecidos, para que a germinação ocorra (Zaidan; Barbedo, 2004; Hartmann et al., 2011).

Na literatura há relatos de que sementes de *Annona cacans* Warm. (Annonaceae) possuem dormência, porém não há consenso quanto aos métodos de superação, pois Carvalho (2003) sugere a estratificação em areia úmida, mas Lorenzi (2016) indica o repouso dos frutos após a coleta e também sugere a escarificação mecânica das sementes. Além disso, a semeadura sem tratamentos de superação de dormência atinge no máximo 21% de germinação em um período de 23 semanas (Suganuma et al., 2008). Isto demonstra a importância do esclarecimento dos mecanismos de dormência da espécie, com os quais poderão ser definidas estratégias de reprodução da mesma.

Ao contrário de outras espécies da família Annonaceae, sementes de *Annona cacans* não germinaram após serem embebidas em solução de giberelina (GA_3), demonstrando que esta espécie poderia apresentar outro mecanismo de dormência ainda não relatado nesta família, provavelmente relacionado com compostos fenólicos (Dalanhol et al., 2013). Além disso, verificou-se que os frutos entram em processo fermentativo intenso após se desprenderem da planta mãe, o que poderia interferir de maneira negativa na germinação das sementes e também na dormência, uma vez que esta espécie possui compostos fenólicos (taninos) nas sementes (Dalanhol et al., 2013) e o processo fermentativo está relacionado com o aumento no conteúdo de fenóis em sementes (Gachons; Kennedy, 2003). Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar se o repouso após a coleta dos frutos e se o tegumento estão envolvidos na dormência de sementes de *Annona cacans*.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que o repouso após a coleta dos frutos é prejudicial à germinação de sementes de *Annona cacans* e que o tegumento intacto destas sementes promove condição natural de hipóxia ao embrião, o que contribui para a manutenção de sua dormência.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPEL, H. M. Phenolics in ecological interactions: the importance of oxidation. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 7, p. 1521–1552, 1993.

ARMSTRONG, J.; ARMSTRONG, W. Rice and Phragmites: Effects of organic acids on growth, root permeability, and radial oxygen loss to the rhizosphere. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 8, p. 1359–1370, 2001.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2004.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Seed dormancy in trees of climax tropical vegetation types. **Tropical Ecology**, v. 46, n. 1, p. 17–28, 2005.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998, 666p

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. 2 ed. San Diego: Elsevier, 2014, 1586p.

BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; LI, X. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. **Plant Species Biology**, v. 15, p. 139–152, 2000.

BEEVERS, L. Protein degradation and proteolytic activity in the cotyledons of germinating pea seeds (*Pisum sativum*). **Phytochemistry**, v. 7, p. 1837–1844, 1968.

BENECH-ARNOLD, R. L.; GUALANO, N.; LEYMARIE, J.; CÔME, D.; CORBINEAU, F. Hypoxia interferes with ABA metabolism and increases ABA sensitivity in embryos of dormant barley grains. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, n. 6, p. 1423–1430, 2006.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Elsevier, 2013.

BLAINSKI, A.; LOPES, G. C.; DE MELLO, J. C. P. Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from *Limonium brasiliense* L. **Molecules**, v. 18, n. 6, p. 6852–6865, 2013.

BRADFORD, M.M. A rapid method for the quantification of microgram quantities of proteins utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, n.1-2, p.248-254, 1976.

BRADFORD, K. J.; BENECH-ARNOLD, R. L.; CÔME, D.; CORBINEAU, F. Quantifying the sensitivity of barley seed germination to oxygen, abscisic acid, and gibberellin using a population-based threshold model. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 2, p. 335–347, 2008.

BRAGA, J. F.; FERREIRA, G.; PINHO, S. Z. De; SOUSA, M. P. Germination of atemoya (*Annona cherimola* Mill . X *A. Squamosa* L.) Cv . Gefner seeds subjected to treatments with plant growth regulators. **International Journal of Science and Nature**, v. 1, n. 2, p. 120–126, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Métodos de Análises de Bebidas e Vinagres** (método 10 – acidez total titulável). Brasília: Ministério da Agricultura, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, 2009. 395 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.. **Farmacopéia Brasileira**. V. 2. Brasília: ANVISA, 2010.

BRIGGS, C. L.; MORRIS, E. C.; ASHFORD, A. E. Investigations into seed dormancy in *Grevillea linearifolia*, *G. buxifolia* and *G. sericea*: Anatomy and histochemistry of the seed coat. **Annals of Botany**, v. 96, n. 6, p. 965–980, 2005.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 2 v. 1040p.

CASTRO, E. R.; GALETTI, M. Frugivoria e dispersão de sementes pelo lagarto teiú *Tupinambis merianae* (Reptilia: Teiidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**. São Paulo, v. 44, n. 6, p. 91-97, 2004.

CHAGAS, P. C.; SOBRAL, S. T. M.; OLIVEIRA, R. R. de; CHAGAS, E. A.; PIO, R.; SANTOS, V. A. dos. Physical and chemical methods to breach seed dormancy of sugar apple. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, p. 1–6, 2013.

CHARNEY, J.; TOMARELLI, R. M. A colorimetric method for the determination of the proteolytic activity of duodenal juice. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 171, p. 501–505, 1947.

CHEN, S.-Y.; TSAI, Y.-H.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; CHIEN, C.-T. Seed dormancy and germination of the three tropical medicinal species *Gomphandra luzoniensis* (Stemonuraceae), *Nothapodytes nimmoniana* (Icacaceae) and *Goniothalamus amuyon* (Annonaceae). **Seed Science Research**, v. 25, n. 1, p. 57–63, 2015.

CORSATO, J. M.; FERREIRA, G.; BARBEDO, C. J. Desiccation tolerance in seeds of *Annona emarginata* (Schldtl.) H. Rainer and action of plant growth regulators on germination. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 24, n. 4, p. 253–260, 2012.

COSTA, P. N.; BUENO, S. S. C.; FERREIRA, G. Fases da germinação de sementes de *Annona emarginata* (Schldtl.) H. Rainer em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 253–260, 2011.

CROCKER, W. Mechanics of dormancy in seeds. **American Journal of Botany**, v. 3, n. 3, p.99-120, 1916.

DALANHOL, S. J.; MOMBACH, T. C.; TODERKE, M. L.; NOGUEIRA, A. V.; BORTOLINI, M. F. Dormência em sementes de *Annona cacans* Warm. (Annonaceae). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 11, n. supl1, p. S183–S189, 2013.

DEBEAUJON, I.; LEPINIEC, L.; POURCEL, L.; ROUTABOUL, J.-M. Seed coat development and dormancy. In: Bradford KJ, Nonogaki H, eds. **Seed development, dormancy and germination**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007, p. 25-49.

DESKA, J.; JANKOWSKI, K.; BOMBIK, A.; JANKOWSKA, J. Effect of growing medium pH on germination and initial development of some grassland plants. **Acta Scientiarum Polonorum Seria Agricultura**, v. 10, n. 4, p. 45–56, 2011.

DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. . Q.; MASETTO, T. E. Effect of storage in overcoming seed dormancy of *Annona coriacea* Mart. seeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 4, p. 2077–2085, 2014.

ENUJIUGHA, V. N.; THANI, F. A.; SANNI, T. M.; ABIGOR, R. D. Lipase activity in dormant seeds of the African oil bean (*Pentaclethra macrophylla* Benth). **Food Chemistry**, v. 88, p. 405–410, 2004.

FARIAS, L. R. G.; PAULO JÚNIOR, E. P. N.; FREITAS, L. R.; LOPES, J. D.; PAULO, M. Q. Avaliação da atividade toxicológica dos extratos das sementes de *Annona cacans* (Annonaceae). In: 57ª Reunião Anual da SBPC, 2005, Fortaleza. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2005.

FERNANDEZ, D. E.; STAEHELIN, L. a. Does gibberellic acid induce the transfer of lipase from protein bodies to lipid bodies in barley aleurone cells? **Plant physiology**, v. 85, n. 2, p. 487–496, 1987.

FERREIRA, G.; GONZÁLEZ-ESQUINCA, A. R.; DE-LA-CRUZ-CHACÓN, I. Water uptake by *Annona diversifolia* Saff. and *A. purpurea* Moc. & sessé ex dunal seeds (Annonaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. spe1, p. 288–295, 2014.

FERREIRA, G.; DE-LA-CRUZ-CHACÓN, I.; GONZÁLEZ-ESQUINCA, A. R. Overcoming seed dormancy in *Annona macrophyllata* and *Annona purpurea* using plant growth regulators. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, p. e-234, 2016.

FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, v. 171, p. 501–523, 2006.

FINKELSTEIN, R.; REEVES, W.; ARIIZUMI, T.; STEBER, C. Molecular Aspects of Seed Dormancy. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 387–415, 2008.

FINNESETH, C. H.; LAYNE, D. R.; GENEVE, R. L. Morphological development of the North American pawpaw during germination and seedling emergence. **Hortscience**, v. 33, n. 5, p. 802-805, 1998.

FUERST, E. P.; ANDERSON, J. V.; KENNEDY, A. C.; GALLAGHER, R. S. Induction of Polyphenol Oxidase Activity in Dormant Wild Oat (*Avena fatua*) Seeds and Caryopses: A Defense Response to Seed Decay Fungi. **Weed Science**, v. 59, n. 2, p. 137–144, 2011.

FUKAO, T.; BAILEY-SERRES, J. Plant responses to hypoxia - Is survival a balancing act? **Trends in Plant Science**, v. 9, n. 9, p. 449–456, 2004.

GACHONS, C. P.; KENNEDY, J. A. Direct method for determining seed and skin proanthocyanidin extraction into red wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 5877–5881, 2003.

GALASTRI, N.A. **Morfoanatomia e ontogênese de frutos e sementes de *Annona dioica* A. St.-Hil., *Duguetia furfuracea* (A. St.-Hil.) Saff. e *Xylopia emarginata* Mart. (Annonaceae).** 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/ Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

GIMENEZ, J. I.; FERREIRA, G.; CAVARIANI, C. Tetrazolium test for assessment of seed viability of atemoya (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.). **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 4, p. 357–361, 2014a.

GIMENEZ, J. I.; FERREIRA, G.; CORSATO, J. M. Soluble sugars and germination of *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer seeds submitted to immersion in GA₃ up to different water contents. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. spe1, p. 281–287, 2014.

GONZÁLEZ-ESQUINCA, A. R.; DE-LA-CRUZ-CHACÓN, I.; DOMÍNGUEZ-GUTÚ, L. M. Dormancy and germination of *Annona macrophyllata* (Annonaceae): the importance of the micropylar plug and seed position in the fruits. **Botanical Sciences**, v. 93, n. 3, p. 1–7, 2015.

GRANDTNER, M. M.; CHEVRETTE, J. **Dictionary of trees: South America.** Nomenclature, Taxonomy and Ecology (2nd edition). New York: Elsevier, 2014.

GUBLER, F.; HUGHES, T.; WATERHOUSE, P.; JACOBSEN, J. Regulation of dormancy in barley by blue light and after-ripening: effects on abscisic acid and gibberellin metabolism. **Plant Physiology**, v. 147, p. 886-896, 2008.

GUGLIELMINETTI, L.; YAMAGUCHI, J.; PERATA, P.; ALPI, A. Amylolytic Activities in Cereal Seeds under Aerobic and Anaerobic Conditions. **Plant physiology**, v. 109, p. 1069–1076, 1995.

HADAS, A. Water uptake germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. **Journal of Experimental of Botany**, v.27, p.480- 489, 1976.

HARPER, J. L. **Population Biology of Plants.** London: Academic Press, 1977. 892p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices.** 8 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915p.

HILHORST, H. A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. **Seed Science Research**, v. 5, n. 2, p. 61–73, 1995.

HILHORST, H. W. M. Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: Bradford KJ, Nonogaki H, eds. **Seed development, dormancy and germination**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007, p. 50–71.

HIMANEN, M.; PROCHAZKA, P.; HÄNNINEN, K.; OIKARI, A. Phytotoxicity of low-weight carboxylic acids. **Chemosphere**, v. 88, n. 4, p. 426–431, 2012.

HU, Z. hui; ZHANG, W.; SHEN, Y. bai; FU, H. jun; SU, X. hua; ZHANG, Z. yi. Activities of lipoxygenase and phenylalanine ammonia lyase in poplar leaves induced by insect herbivory and volatiles. **Journal of Forestry Research**, v. 20, n. 4, p. 372–376, 2009.

JENSEN, W.A. **Botanical histochemistry**. San Francisco: W. H. Freeman and Co. 1962.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Company. 1940.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLONGG, E.A.; STEENS P.F.; DONOGUE, M.J. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

KHOR, H. T.; TAN, N. H.; CHUA, C. L. Lipase-catalyzed hydrolysis of palm oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 63, n. 4, p. 538–540, 1986.

KOS, M.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Relationship of kinds of seed dormancy with habitat and life history in the Southern Kalahari flora. **Journal of Vegetation Science**, v. 23, p. 869–879, 2012.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Edur, 1997.

KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, v. 15, n. 4, p. 281–307, 2005.

LABOURIAU, L.G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *S.hispanica* L. 1. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.59, n.1, p.37- 56, 1987.

LANG, G. A; EARLY, J. D.; ARROYAVE, N. J.; DARNELL, R. L.; MARTIN, C. G.; STUTTE, G. W. Dormancy: toward a reduced, universal terminology. **Hortscience**, v. 20, n. 5, p. 809-812, 1985.

LANG, G. A.; EARLY, J. D.; MARTIN, C. G.; DARNELL, R. L. Endo-, para-, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **Hortscience**, v. 22, n. 3, p. 371-377, 1987.

LENOIR, C.; CORBINEAN, F.; COME, D. Barley (*Hordeum vulgare*) seed dormancy as related to glumella characteristics. **Physiologia Plantarum**, v. 68, p. 301–307, 1986.

LOPES, D. B.; FRAGA, L. P.; FLEURI, L. F.; MACEDO, G. A. Lipase and esterase: to what extent can this classification be applied accurately? **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 3, p. 603–613, 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. V. 1, 7 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2016.

LUCAS, P. W.; GASKINS, J. T.; LOWREY, T. K.; HARRISON, M. E.; MORROGH-BERNARD, H. C.; CHEYNE, S. M.; BEGLEY, M. R. Evolutionary optimization of material properties of a tropical seed. **J R Soc Interface**, v. 9, n. 66, p. 34–42, 2012.

MA, L.; ZHANG, H.; XU, W.; HE, X.; YANG, L.; LUO, Y.; HUANG, K. Simultaneous Determination of 15 Plant Growth Regulators in Bean Sprout and Tomato with Liquid Chromatography-Triple Quadrupole Tandem Mass Spectrometry. **Food Analytical Methods**, v. 6, p. 941–951, 2013.

MAAS, P. J. M.; KAMER, H. M. De; JUNIKKA, L.; MELLO-SILVA, R. De; RAINER, H. Annonaceae from Central-eastern Brazil. **Rodriguésia**, v. 52, n. 80, p. 65–98, 2001.

MACE, M. E.; HOWELL, C. R. Histochemistry and identification of condensed tannin precursors in roots of cotton seedlings. **Canadian Journal of Botany**, v. 52, p. 2423–2426, 1974.

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

MAHAJAN, S. S.; KUMAWAT, R. N. Study of Seed Dormancy in Colocynth (*Citrullus colocynthis* L.) with After-Ripening of Fruits, Seed Extraction Procedures and Period of Seed Storage. **National Academy Science Letters**, v. 36, n. 4, p. 373–378, 2013.

MAMLOUK, D.; GULLO, M. Acetic Acid Bacteria: Physiology and Carbon Sources Oxidation. **Indian Journal of Microbiology**, v. 53, n. 4, p. 377–384, 2013.

MARTIN, A. C. The comparative internal morphology of seeds. **American Midland Naturalist**, v. 36, n. 3, p. 513–660, 1946.

MARTÍNEZ-MALDONADO, F.; MIRANDA-LASPRILLA, D.; MAGNITSKIY, S. Sugar apple (*Annona squamosa* L., Annonaceae) seed germination: morphological and anatomical changes. **Agronomía Colombiana**, v. 31, n. 2, p. 176–183, 2013.

MATTANA, E.; PRITCHARD, H. W.; PORCEDDU, M.; STUPPY, W. H.; BACCHETTA, G. Interchangeable effects of gibberellic acid and temperature on embryo growth, seed germination and epicotyl emergence in *Ribes multiflorum* ssp. *sandalioticum* (Grossulariaceae). **Plant Biology**, v. 14, n. 1, p. 77–87, 2012.

MAY, C.; PREISIG-MÜLLER, R.; HÖHNE, M.; GNAU, P.; KINDL, H. A phospholipase A2 is transiently synthesized during seed germination and localized to lipid bodies. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1393, n. 2–3, p. 267–276, 1998.

MAYER, A. M. Polyphenol oxidases in plants and fungi: Going places? A review. **Phytochemistry**, v. 67, p. 2318–2331, 2006.

MIKICH, S. B. A dieta frugívora de *Penélope superciliaris* (Cracidae) em remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil e sua relação com *Euterpe edulis* (Arecaceae). **Ararajuba**, v. 10, n. 2, p. 207–217, 2002.

MÜLLER, L.E. **Manual de Laboratório de Fisiologia Vegetal**. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.. Turrialba, Costa Rica, 1964. 165p

MURDOCH, A. J.; ELLIS, R. H. Dormancy, Viability and Longevity. In: FENNER, M. **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. 2 ed. New York: CABI, 2000, p. 183–214.

NAMBARA, E.; MARION-POLL, A. Abscisic Acid Biosynthesis and Catabolism. **Annual Review of Plant Biology**, v. 56, n. 1, p. 165–185, 2005.

NASCIMENTO, M. C. B. S.; MORAIS, A. A.; VIEIRA, I. J. C.; BRAZ FILHO, R.; PIMENTA, L. P. S. Acetogeninas de *Annona cacans* Warming. In: 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2006. Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2006.

NOELLI, F. S. Múltiplos usos de espécies vegetais pela farmacologia Guarani através de informações históricas. **Diálogos**. DHI/UEM, v. 2, p. 177–199, 1998.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination – still a mystery. **Plant Science**, v. 179, n. 6, p. 574–581, 2010.

O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; MCCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. O. **Protoplasma**, v.59, p.368-373, 1964.

PARMAR, I.; RUPASINGHE, H. P. V. Bio-conversion of apple pomace into ethanol and acetic acid: Enzymatic hydrolysis and fermentation. **Bioresource Technology**, v. 130, p. 613–620, 2013.

PASSAM, H. C.; MAKROGIANNI, D.; GREGORIOU, F.; KARAPANOS, I. C. The Size and Germination of Eggplant Seed in Relation To Fruit Maturity At Harvest, After-Ripening and Ethylene Application. **Analele Universitatii din Oradea - Fascicula Biologie**, v. 17, n. 2, p. 225–229, 2010.

PISKUREWICZ, U.; JIKUMARU, Y.; KINOSHITA, N.; NAMBARA, E.; KAMIYA, Y.; LOPEZ-MOLINA, L. The gibberellic acid signaling repressor RGL2 inhibits Arabidopsis seed germination by stimulating abscisic acid synthesis and ABI5 activity. **The Plant cell**, v. 20, n. 10, p. 2729–2745, 2008.

QUETTIER, A. L.; EASTMOND, P. J. Storage oil hydrolysis during early seedling growth. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 47, n. 6, p. 485–490, 2009.

RAHOUI, S.; CHAOUI, A.; FERJANI, E. El. Membrane damage and solute leakage from germinating pea seed under cadmium stress. **Journal of Hazardous Materials**, v. 178, p. 1128–1131, 2010.

RAINER, H. Nomenclatural and taxonomic notes on Annona (Annonaceae). **Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien**, v. 103 B, p. 513–524, 2001.

RAJJOU, L.; DUVAL, M.; GALLARDO, K.; CATUSSE, J.; BALLY, J.; JOB, C.; JOB, D. Seed Germination and Vigor. **Annual Review of Plant Biology**, v. 63, n. 1, p. 507–533, 2012.

RATAJCZAK, E.; PUKACKA, S. Decrease in beech *Fagus sylvatica* seed viability caused by temperature and humidity conditions as related to membrane damage and lipid composition. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 27, n. 1, p. 3–12, 2005.

REGGIANI, R.; LAORETI, P. Evidence for the involvement of phospholipase C in the anaerobic signal transduction. **Plant Cell Physiology**, v. 41, n. 12, p. 1392–1396, 2000.

ROBINSON, D. S. **Food Biochemistry and Nutritional Value**. Logman Scientific and Technical: Essex, 1987.

SAGNA, M.; BA, O.; SY, M. O. Germination Capacity of Annonaceae Seeds (*Annona muricata* L., *A. squamosa* L. and *A. senegalensis* Pers.) Cultivated Under Axenic Conditions. **International Journal of Science and Advanced Technology**, v. 2, n. 6, p. 21–34, 2012.

SAITO, M. L.; OLIVEIRA, F. Variação sazonal dos componentes de *Annona cacans* Warming. **Lecta**. Bragança Paulista, v. 12, n. 2, p. 49-62, 1994.

SAUTU, A.; JERRY M. BASKIN; BASKIN, C. C.; DEAGO, J.; CONDIT, R. Classification and ecological relationships of seed dormancy in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. **Seed Science Research**, v. 17, n. 2, p. 127–140, 2007.

SHU, K.; LIU, X. D.; XIE, Q.; HE, Z. H. Two faces of one seed: hormonal regulation of dormancy and germination. **Molecular Plant**, v. 9, n. 1, p. 34–45, 2016.

SILVA, E. A. A.; DE MELO, D. L. B.; DAVIDE, A. C.; DE BODE, N.; ABREU, G. B.; FARIA, J. M. R.; HILHORST, H. W. M. Germination ecophysiology of *Annona crassiflora* seeds. **Annals of Botany**, v. 99, n. 5, p. 823–830, 2007.

SMET, S. de; DAMME, P. Van; SCHELDEMAN, X.; ROMERO, J. Seed Structure and Germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). **Acta Horticulturae**, v. 497, p. 269–278, 1999.

SOCOLOWSKI, F.; CICERO, S. M. Use of growth regulators to overcome seed dormancy in *Xylopia aromatica* (Annonaceae). **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 1, p. 21–28, 2011.

STREB, S.; ZEEMAN, S. C. Starch metabolism in Arabidopsis. In: **The Arabidopsis Book**. [s.l.] American Society of Plant Biologists, 2012. p. 1–33.

SUGANUMA, M. S.; BARBOSA, C. E. D. A.; CAVALHEIRO, A. L.; TOREZAN, J. M. D. Enriquecimento artificial da diversidade de espécies em reflorestamentos: Análise preliminar de dois métodos, transferência de serapilheira e semeadura direta. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 30, n. 2, p. 151–158, 2008.

SUN, T.; GUBLER, F. Molecular Mechanism of Gibberellin Signaling in Plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 55, n. 1, p. 197–223, 2004.

SVOMA, E. Seed morphology and anatomy in some Annonaceae. **Plant Systematics and Evolution**, v. 209, p. 177–204, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed., Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TÓFOLI, C.; MEDICI, P.; VALLADARES-PÁDUA, C. Frugivoria e dispersão de sementes por **Tapirus terrestris** (Linnaeus, 1758) na paisagem fragmentada do pontal do Paranapanema, São Paulo. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu. **Anais ...**, p. 1-3.

TSAO, R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. **Nutrients**, v. 2, n. 12, p. 1231–1246, 2010.

TUNES, L. M. de; AVELAR, S. A. G.; BARROS, A. C. S. A.; PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; MENEZES, N. L. de. Critical levels of organic acids on seed germination and seedling growth of wheat. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 366–372, 2012.

TURNER, B. Y. G. D.; LAU, R. R.; YOUNG, D. R. Effect of acidity on germination and seedling growth of *Paulownia tomentosa*. **Journal of Applied Ecology**, v. 25, n. 2, p. 561–567, 1988.

WADA, S.; KENNEDY, J. A.; REED, B. M. Seed-coat anatomy and proanthocyanidins contribute to the dormancy of *Rubus* seed. **Scientia Horticulturae**, v. 130, n. 4, p. 762–768, 2011.

WECKENMANN, D.; MARTIN, P. Endopeptidase activity and nitrogen mobilization in senescing leaves of *Nicotiana rustica* in light and dark. **Physiologia Plantarum**, v. 60, n. 3, p. 333–340, 1984.

WILLIS, C. G.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; AULD, J. R.; VENABLE, D. L.; CAVENDER-BARES, J.; DONOHUE, K.; CASAS, R. R. de. The evolution of seed dormancy: environmental cues, evolutionary hubs, and diversification of the seed plants. **New Phytologist**, v. 203, p. 300–309, 2014.

YAMAGUSHI, S.; KAMIYA, Y.; NAMBARA, E. Regulation of ABA and GA levels during seed development and germination in *Arabidopsis*. In: Bradford KJ, Nonogaki H, eds. **Seed development, dormancy and germination**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007, p. 224-247.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 135-146.