

Comportamento fisiológico das sementes de *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose submetidas à secagem

Physiological behavior of *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose seeds submitted to drying

Marta Betânia F. Carvalho*, Matheus F. Moreira e Andreza P. Mendonça

Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Ji-Paraná, Brasil
(*E-mail: martabetania99@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.20646>
Recebido/received: 2020.07.20
Aceite/accepted: 2020.09.17

RESUMO

O manejo de sementes recalcitrantes continua sendo um desafio sem solução e não existe um método satisfatório para manter sua viabilidade no longo prazo. O trabalho avaliou o efeito da secagem das sementes de *C. arborea* sobre seu comportamento fisiológico e grau de recalcitrância. Na determinação do grau de recalcitrância aplicaram-se testes germinativos em sementes com diferentes teores de umidade. O teste foi dividido em duas etapas: processo de secagem e teste de germinação. A tolerância a secagem foi determinada ao colocar as sementes sobre uma peneira com malha de 5 mm em ambiente com ar-condicionado. Ao final de cada cinco dias, foi determinado o teor de água e ainda realizado semeadura. Com os dados da germinação foram calculados índices de velocidade e tempo médio de germinação. As variáveis de porcentagem de germinação, tempo médio de germinação e vigor foram aplicadas análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste Tukey ($p < 0,05$) para comparação entre as médias. As sementes foram dispersas com alto teor de umidade, 55,4%, e tiveram viabilidade e vigor comprometidos quando secas, caracterizando-as como recalcitrante. O teor de água crítico foi a partir de 23,69%, enquanto o grau de umidade letal ficou a partir de 17,99%.

Palavras-chave: sementes recalcitrantes, recalcitrância, viabilidade.

ABSTRACT

The management of recalcitrant seeds remains an unsolved challenge and there is no satisfactory method to maintain its long-term viability. The work evaluated the effect of drying *C. arborea* seeds on its physiological behavior and degree of recalcitrance. In determining the degree of recalcitrance, germination tests were applied to seeds with different moisture content. The test was divided into two stages: drying process and germination test. The drying tolerance was determined by placing the seeds on a 5 mm mesh sieve in an air-conditioned environment. At the end of every five days, the water content was determined and sowing was carried out. With the germination data, speed indexes and average germination time were calculated. The variables of percentage of germination, average time of germination and vigor were applied analysis of variance (ANOVA) followed by the Tukey test ($p < 0.05$) to compare the means. The seeds were dispersed with a high moisture content, 55.4%, and had viability and vigor compromised when dried, characterizing them as recalcitrant. The critical water content was 23.69%, while the degree of lethal humidity was 17.99%.

Keywords: recalcitrant seeds, recalcitrance, viability.

INTRODUÇÃO

A espécie *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose, nome vulgar boliviana, pertence à tribo Ingeae, família Mimosoideae-Fabaceae. É amplamente distribuída na América Latina, encontrada no México, América Central, Cuba, Jamaica, Hispaniola, Porto Rico, Colômbia, Bolívia, Peru e Brasil (Barneby e Grimes, 1997). Possui rápido desenvolvimento quando as sementes são colhidas e imediatamente semeadas, o que justifica a sua utilização na arborização urbana. A madeira é utilizada na construção em geral e também no fabrico de instrumentos musicais devido à sua excelente qualidade (Villalobos, 2000).

A espécie *C. arborea* tem 15-35 m de altura, vagens vermelho-intenso, deiscentes, espiraladas, com 20-26 cm de comprimento e 6 a 12 sementes, ovóides, com 1,0-2,0 cm de comprimento e cor preto brilhante (Villalobos, 2000; Velázquez *et al.*, 2009). Há pouca informação na literatura sobre o manejo de suas sementes, o que limita seu uso na arborização urbana ou ainda na recuperação de áreas degradadas.

Sabe-se que as sementes de *C. arborea* são recalcitrantes (Salas *et al.*, 2018), todavia o conhecimento sobre o grau de recalcitrância é limitado. As sementes recalcitrantes não passam pela perda de água no final da maturação, o que dificulta ser armazenadas por longos períodos e curta longevidade. Isso acontece porque a retirada da água ocasiona mudanças no pH intracelular e nas forças iônicas no citoplasma e estimulam a formação de ROS (Reactive Oxygen Species – espécies com oxigênio reativo) que tem efeitos potencialmente deletérios, pois muitas reações bioquímicas são executadas somente em uma estreita faixa de pH (Kranner e Birtic, 2005; Kranner *et al.*, 2010; Roach *et al.*, 2010).

É importante destacar que a retirada da água nas sementes recalcitrantes desencadeia a desnaturação de proteínas, alterações na atividade de enzimas peroxidases e danos nos sistemas de membranas, ocasionando seu colapso, ou seja, perda de viabilidade (Kranner e Birtic, 2005; Berjark e Pammenter, 2008, 2013). Por isso, é importante conhecer os limites de tolerância à secagem da espécie, bem como o grau de umidade de segurança, crítico e letal (Sacandé *et al.*, 2004).

Face ao exposto, o objetivo do trabalho consistiu em avaliar o efeito da secagem das sementes de *C. arborea* sobre o seu comportamento fisiológico e grau de recalcitrância.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Sementes do Instituto Federal de Rondônia, Campus Ji-Paraná, Brasil. Foram utilizadas sementes de boliviana (*Cojoba arborea*), coletadas de 40 matrizes (10°54'08.8"S 61°54'30.4"W) identificadas dentro do perímetro urbano de Ji-Paraná, Rondônia. As sementes foram separadas das vagens manualmente.

Na determinação do grau de recalcitrância das sementes de *C. arborea* aplicaram-se testes germinativos em sementes com diferentes teores de umidade. Esse teste foi dividido em duas etapas: processo de secagem e teste de germinação.

Processo de secagem - A tolerância à secagem foi determinada ao colocar as sementes sobre uma peneira com malha de 5 mm em ambiente com ar-condicionado a temperatura média de 26°C e umidade relativa média de 78%. O registro diário da umidade e temperatura foi realizado com auxílio de um termohigrometro marca Instrutherm HT-300. A cada cinco dias foram retirados ao acaso quatro amostras de 10 g de sementes para determinação do teor de água e 100 sementes para realização do teste de germinação. O teor de água foi determinado numa estufa de secagem laboratorial com ventilação forçada a 105 °C ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009).

Teste de germinação - O teste de germinação foi conduzido em estufa com caixotes de madeira (1,25x0,78x 0,17m), contendo vermiculita como substrato, utilizando quatro repetições com 25 sementes cada (Brasil, 2009). A sementeira foi efetuada a uma profundidade de 5 mm, com rega duas vezes ao dia, cessando a rega de acordo com a umidade do substrato. A avaliação da germinação foi diária, iniciada no primeiro dia após a instalação do ensaio e encerrada no 30º dia, considerando sementes germinadas as que apresentaram emissão de radícula de no mínimo 2 mm de comprimento. Com os dados obtidos nas avaliações, foram calculados os índices de velocidade de germinação

(IVG) de acordo com a fórmula de Maguire (1962) e o tempo médio de germinação (TMG) conforme descrito por Labouriau (1983) e as percentagens de germinação. Ao final do teste de germinação foi avaliado o vigor das plântulas normais, obtendo o comprimento da parte aérea, comprimento da radícula e a massa seca das plântulas. Para avaliação do comprimento da parte aérea e comprimento da radícula foram medidas plântulas normais em cada tratamento, utilizando régua graduada em centímetros.

A determinação do peso da matéria seca das plântulas normais foi realizada concomitante ao teste de comprimento de plântulas. As plântulas de cada repetição foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C até atingir peso constante. Após este período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecador e, posteriormente, pesadas em balança com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g/plântula.

As variáveis de porcentagem de germinação, tempo médio de germinação e vigor foram analisadas e submetidas ao teste de homogeneidade e normalidade dos dados pelo teste Shapiro-Wilk e aplicada análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste Tukey ($p < 0,05$) para comparação entre as médias. O software utilizado foi o Assistat versão 7.7.

Baseada na avaliação do teor de água das sementes e a respectiva porcentagem de germinação alcançada foram determinados: o teor de água letal, quando todas as sementes perderam a germinabilidade; o teor de água crítico, quando a germinabilidade inicial foi reduzida em 50% e o teor de água de segurança, quando não houve uma perda de germinabilidade significativa pela redução do teor de água das sementes (Sacandé *et al.*, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade das sementes de *Cajobá arborea* recém-colhidas foi de 55,4%, diminuindo de maneira lenta em relação ao tempo de secagem (Figura 1), característico das sementes recalcitrantes.

A velocidade de secagem é fundamental para a avaliação do limite de tolerância à dessecação das

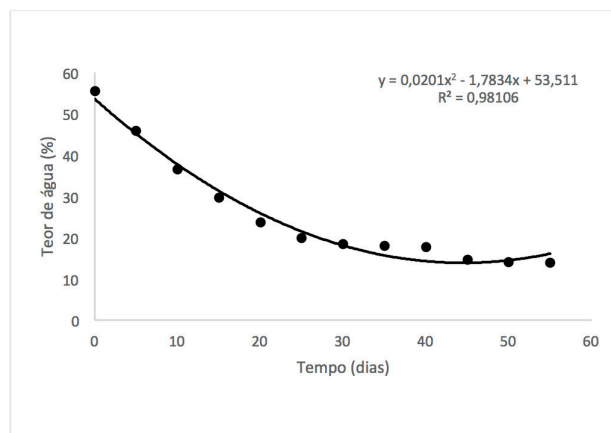


Figura 1 - Teor de água das sementes de *Cajobá arborea* submetidas a diferentes períodos de secagem em ambiente com ar-condicionado.

sementes recalcitrantes. Quanto mais lenta a velocidade de secagem, menor o grau de desidratação suportado pela semente (Berjak e Pammenter, 2008).

Estudos semelhantes desenvolvidos por diversos autores com sementes recalcitrantes de outros táxones vegetais (mono- e eudicotiledóneas) também registraram redução na qualidade fisiológica das sementes com a secagem lenta (Bovi *et al.*, 2004; Nascimento *et al.*, 2007; Alves *et al.*, 2008).

Verificou-se ainda a influência direta do teor de água sobre a taxa de germinação. Até o 5º dia de secagem a perda de umidade não interferiu na taxa de germinação, considerando-a como teor de segurança (Figura 2). Já a partir do 20º dia de secagem foi

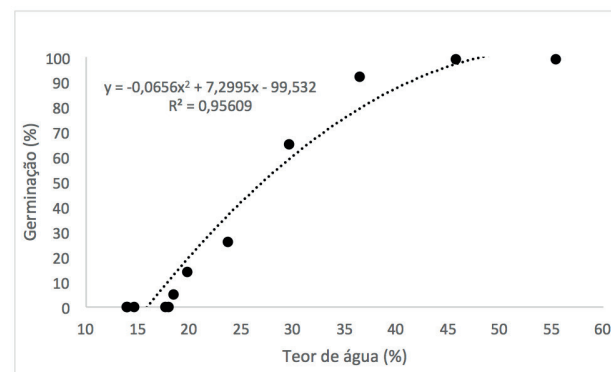


Figura 2 - Porcentagem de germinação em função do teor de água em diferentes períodos de secagem das sementes de *Cajobá arborea* em ambiente com ar-condicionado.

diretamente afetada pelo teor de umidade (23,7 %), sendo identificado como teor crítico. A partir do 35º dia o teor de umidade foi letal (18,0 %), ou seja, não houve germinação das sementes (Figura 2).

As sementes recalcitrantes são sensíveis à secagem, pois perdem a viabilidade a teores de água inferiores a um nível crítico mínimo, variando com a espécie (Bewley e Black, 1994; Berjark e Pammenter, 2008).

O efeito da secagem sobre o desempenho fisiológico de sementes florestais recalcitrantes de diferentes táxons foi relatado por Nazário *et al.* (2008) com sementes de *Cynometra bauhiniifolia* ao registrarem grau de umidade de 54,1 % das sementes recém-coletadas, teor de água crítico entre 46,6 % a 41,4 % e letal abaixo de 28,2 %. Já Carvalho e Muller (1998) observaram que as sementes de *Bac-tris gasipaes* Kunth tinham teor de água inicial de 48% e letal em torno de 12% e Barros *et al.* (2019) com sementes de *Manilkara huberi* registraram teor inicial de 33,7% e teor de água letal a partir de 11,9% de umidade.

Assim, fica evidente que as sementes precisam de diferentes sistemas de proteção a cada nível de remoção de água e, dessa forma, seu grau de tolerância é condicionado ao tipo de água removido (Walters, 2000). Os teores entre 15 e 20%, representam teores letais de água, classificando-as como água tipo 2 (Vertucci e Farrant, 1995), ou seja, água ligada a sítios hidrofílicos, e não ocorre mais síntese de proteínas e de ácidos nucleicos.

A diminuição do teor de água pela secagem afetou tanto a viabilidade das sementes quanto o vigor das plântulas. O índice de velocidade de germinação (IVG) teve comportamento semelhante ao da germinação (Quadro 1). O índice de velocidade de germinação das plântulas decresceu acentuadamente com o tempo, registrando 3,20 para sementes recém-coletadas e de 0,09 após o 30º dia de secagem das sementes (Quadro 1), ficando evidente os danos provocados pela perda de água nas sementes de *C. arborea*.

A partir do 10º dia de secagem das sementes houve um decréscimo no comprimento das plântulas normais. Já o comprimento da radícula das plântulas de *C. arborea* do 1º ao 25º dia de secagem das

Quadro 1 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG), Comprimento da Parte Aérea, Comprimento de Radícula e Massa Seca

Tratamento (dias)	Teor Água (%)	IVG	TMG (dias)	Comp. Aérea (cm)	Comp. Radícula (cm)	Massa Seca (g.plântula ⁻¹)
0	55,40	3,20a	8,01	8,22a	12,86a	0,209ab
5	45,76	2,87b	8,75	7,87ab	14,49a	0,231a
10	36,43	2,44c	9,54	6,91bc	13,52a	0,176abc
15	29,60	1,94d	8,89	6,77c	13,96a	0,222ab
20	23,69	0,48e	14,42	5,92cd	14,50a	0,166abc
25	19,80	0,33ef	12,08	5,56d	14,60a	0,138bc
30	18,44	0,09fg	20,25	5,12d	9,95b	0,117c
35	17,99	0,00g	0,00	0,00e	0,00c	0,00d
40	17,65	0,00g	0,00	0,00e	0,00c	0,00d
45	14,66	0,00g	0,00	0,00e	0,00c	0,00d
50	13,97	0,00g	0,00	0,00e	0,00c	0,00d
55	13,94	0,00g	0,00	0,00e	0,00c	0,00d
CV(%)				11,49	15,1	33,04

sementes não diferiram estatisticamente. As plântulas tiveram decréscimo do peso da massa seca das plântulas com a diminuição do teor de umidade (Quadro 1).

O tempo médio de germinação da *C. arborea* aumentou significativamente a partir do 20º dias de secagem (Quadro 1), inviabilizando o uso comercial das sementes de boliviana. O aumento no tempo médio de germinação em função da secagem das sementes, pode ser explicado pelas mudanças na permeabilidade do tegumento a água, visto que a redução do teor de água pode aproximar as células da camada mecânica que são reforçadas por lignina, formando uma camada contínua, relativamente impermeável (Nascimento, 1997; Carvalho e Nascimento, 2000).

Os efeitos negativos da desidratação sobre a qualidade fisiológica das sementes com aumento do tempo médio de germinação, redução da velocidade de emergência, do comprimento e massa seca de plântulas, também foram registrados por outros autores no uso de sementes recalcitrantes de diversos táxons (Ferreira e Santos, 1992; Gentil e Ferreira, 1999; Carvalho e Nascimento, 2000; Nascimento *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2011; Nascimento e Carvalho, 2012; Silva *et al.*, 2012).

CONCLUSÃO

As sementes de *Cojoba arborea* foram dispersas com alto teor de umidade, 55,4%. A secagem afetou a sua viabilidade e vigor, o que as caracteriza como sementes recalcitrantes. O teor de água crítico e o grau de umidade letal obtidos neste estudo verificaram-se a partir de 23,7% e 18,0%, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Federal de Rondônia, Campus Ji-Paraná, Brasil, por meio do edital 12 de 2019.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, E.U.; Silva, K.B.; Bruno, R.L.A.; Alves, A.U.; Cardoso, E.A.; Gonçalves, E.P. & Braz, M.S.S. (2008) - Comportamento fisiológico de sementes de pitombeira [*Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk] submetidas à desidratação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 30, n. 2, p. 509-516. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200042>
- Barneby, R.C. & Grimes, J.W. (1997) - Silk tree, Guanacaste, Monkey's earring: a generic system for the synandrous Mimosaceae of the Americas. Part II. *Pithecellobium*, *Cojoba*, and *Zygia*. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, vol. 74, p. 161.
- Barros, H.S.D.; Cruz, E.D.; Pereira, A.G. & Silva, E.A.A. (2019) - Classificação fisiológica de sementes de maçaranduba quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, vol. 62, p. 1-5. <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.2949>
- Berjak, P. & Pammenter, N.W. (2008) - From *Avicennia* to *Zizania*: seed recalcitrance in perspective. *Annals of Botany*, vol. 101, n. 2, p. 213-228. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm168>
- Berjak, P. & Pammenter, N.W. (2013) - Implications of the lack of desiccation tolerance in recalcitrant seeds. *Frontiers in Plant Science*, vol. 4, art. 478. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2013.00478>
- Bewley, J.D. & Black, M. (1994) - *Seeds: physiology of development and germination*. 2nd ed. Plenum, New York.
- Bovi, M.L.A.; Martins, C.C. & Spiering, S.H. (2004) - Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. *Revista de Horticultura Brasileira*, vol. 22, n. 1, p. 109-112. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000100023>
- Brasil (2009) - *Regras para análise de sementes*. Ministério da agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: SNDA.
- Carvalho, J.E.U. & Muler, C.H. (1998) - Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira, *Bactris gasipues*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 20, n. 3, p. 283-289.
- Carvalho, J.E.U. & Nascimento, W.M.O. (2000) - Sensibilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) ao dessecação e ao congelamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol.22, n. 1, p. 53-56.
- Ferreira, S.A.N. & Santos, L.A. dos (1992) - Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Revista Acta Amazônica*, vol. 22, n. 3, p. 303-307. <https://doi.org/10.1590/1809-43921992223307>
- Gentil, D.F.O. & Ferreira, S.A.N. (1999) - Viabilidade e superação da dormência em sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata* ssp. *sororia*). *Revista Acta Amazonica*, vol. 29, n. 1, p. 21-31. <https://doi.org/10.1590/1809-43921999291031>
- Kranner, I. & Birtic, S. (2005) - A modulating role for antioxidants in desiccation tolerance. *Integrative and Comparative Biology*, vol. 45, n. 5, p. 734-740. <https://doi.org/10.1093/icb/45.5.734>
- Kranner, I.; Minibayeva, F.V.; Beckett, R.P. & Seal, C.E. (2010) - What is stress? Concepts, definitions and applications in seed Science. *New Phytologist*, vol. 188, n. 3, p. 655-673. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03461.x>
- Labouriau, L.G. (1983) - *A germinação das sementes*. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington, p. 174.
- Maguire, J.D. (1962) - Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, vol. 2, n. 2, p.176-177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>

- Nascimento, W.M.O. (1997) - *Caracterização modo-anatômica, comportamento germinativo e avaliação de técnicas para o teste de tetrazólio em sementes de jenipapo (Genipa americana L.)*. Jaboticabal. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 95p.
- Nascimento, W.M.O. & Carvalho, J.E.U. (2012) - Sensibilidade de sementes de cupuí (*Theobroma subincanum*) à redução do grau de umidade e a exposição à baixa temperatura. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 34, n. 3, p. 915-920. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000300034>
- Nascimento, W.M.O.; Novembre, A.D.L.C. & Cicero, S.M. (2007) - Consequências fisiológicas da dessecação em sementes de açai (*Euterpe oleraceae* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, n. 2, p. 38-43. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000200006>
- Nazário, P.; Ferreira, S.A.N. & Rebouças, E.R. (2008) - Germinação de sementes de *Cynometra bauhiniifolia* Benth (jutairana) em função do dessecação e da manutenção sob condição úmida. *Revista Acta Amazonica*, vol. 38, n. 3, p. 439-444. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000300007>
- Oliveira, L.M.; Silva, E.O.; Bruno, R.L.A. & Alves, E.U. (2011) - Períodos e ambientes de secagem na qualidade de sementes de *Genipa americana* L. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, vol. 32, n. 2, p. 495-502. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p495>
- Roach, T.; Beckett, R.P.; Minibayeva, F.V.; Colville, L; Whitaker, C.; Chen, H.; Bailly, C. & Kranner, I. (2010) - Extracellular superoxide production, viability and redox poise in response to desiccation in recalcitrant *Castanea sativa* seeds. *Plant, Cell & Environment*, vol. 33, n. 1, p. 59-75. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02053.x>
- Sacandé, M.D.; Joker, M.E. & Dullo, K.A. (2004) - *Comparative storage biology of tropical tree seeds*. International Plant Genetic Resources Institute. 363pp.
- Salas, M.M.; Mendonça, A.P.; Araújo, M.E.R.; Carvalho, M.B.F.; Mendez, J.J.V.; Frota, L.P.R. & Alipaz, L.M. (2018) - Germinação de *Cojoba arborea* Britton & Rose em diferentes substratos. *Brazilian Journal Animal and Environmental Research*, vol. 1, n. 2, p. 386-394.
- Santos, P.C.G.; Alves, E.U.; Guedes, R.S.; Silva, K.B.; Cardoso, E.A. & Lima, C.R. (2010) - Qualidade de sementes de *Hancornia speciosa* Gomes em função do tempo de secagem. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, vol. 31, n. 2, p. 343-352.
- Silva, K.B.; Alves, E.U.; Bruno, R.L.A. & Cardoso, E.A. (2012) - Tolerância à dessecação em sementes de *Bunchosia armenica* (Cav.) DC. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, vol. 33, n. 4, p. 1403-1410. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n4p1403>
- Velázquez, J.R.; Colín, P.S. & García, G.J. (2009) - *Frutos y semillas de árboles tropicales de México*. 1º ed. México, Encuadernadora Progreso, 120 p.
- Vertucci, C.W. & Farrant, J.M. (1995) - Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: Kigel, J. & Galili, G. (Eds.) - *Seed development and germination*. New York: M. Dekker, p.237-271.
- Villalobos, N. Z. (2000) - *Arboles de la Mosquitia Hondureña: Descripción de 150 especies*. Série Técnica, Manual Técnico nº43. Turrialba, Costa Rica.
- Walters, C. (2000) - Levels of recalcitrance in seeds. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, vol. 12, p. 7-21.