

EFEITO DE TRATAMENTOS PARA QUEBRA DE DORMÊNCIA DAS SEMENTES NA EMERGÊNCIA DE GRAVIOLEIRA

Amanda Garcia Bagatim, Guilherme Nacata e Renata Aparecida De Andrade

RESUMO

Objetivou-se verificar o efeito de diferentes tratamentos para quebra de dormência, além de seu efeito na precocidade da germinação de sementes de gravioleira, avaliando, para tanto, a emergência de plântulas. O experimento foi realizado com sementes extraídas de frutos maduros, lavadas em água corrente, de forma a ficarem totalmente limpas e sem mucilagem, sendo secas à sombra. As sementes foram submetidas a quatro tratamentos: corte da região distal das sementes; baixa temperatura (-10°C) por 24h; imersão em água por 24h; e escarifi-

cação mecânica com lixa N° 10, além de um tratamento testemunha. Cada tratamento foi constituído por quatro repetições, sendo 10 sementes em cada. A avaliação foi realizada semanalmente, contando-se o número de plântulas, determinando-se assim a porcentagem de emergência em função de cada tratamento. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que, para obtenção de maiores taxas de emergência da gravioleira, recomenda-se o tratamento prévio das sementes utilizando escarificação com lixa.

Introdução

As anonáceas fazem parte de um grupo de plantas que vem se destacando em várias regiões do mundo, principalmente pelo fato de produzirem frutos de grande importância comercial e é dentro deste seletivo grupo que se insere a gravioleira (*Annona muricata* L.), frutífera originária da América Central e norte da América do Sul (Lemos, 2014). Embora seja explorada comercialmente em diversas regiões do mundo, apenas alguns países despontam como grandes produtores, entre eles: México, Brasil, Venezuela, Equador e Colômbia. É uma das importantes frutíferas cultivadas no Nordeste Brasileiro, principalmente nos estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco e Bahia (Sacramento *et al.*, 2003).

O interesse por esta frutífera vem aumentando gradativamente no Brasil devido à alta aceitação no mercado,

apresentar grandes perspectivas para exportação, além da crescente demanda pelas agroindústrias de fabricação de polpas, néctares, sucos, sorvetes e geleias (Nogueira *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2009). Já os frutos, que são comercializados na forma *in natura*, têm como destino os mercados de São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Fortaleza, Recife e Brasília. No entanto, os principais mercados atacadistas situam-se na região Nordeste (Lemos, 2014). A gravioleira também desperta o interesse para a produção de biocompostos extraídos de várias partes das plantas, apresentando importância medicinal, ação alelopática, além de exercer controle de pragas (Inoue *et al.*, 2009).

A gravioleira aparece como a segunda anonácea em área cultivada e em produção no Brasil, ficando somente atrás da pinheira. Apesar da carência em dados recentes sobre esta cultura em nosso país, é

sabido que seu cultivo tem acendido nos últimos anos, principalmente na região sul do Estado da Bahia, local em que as condições edafoclimáticas são favoráveis e vem se tornando uma fonte de renda após a decadência da cultura do cacaueteiro (Lemos, 2014). Além do estado Baiano, também é vastamente cultivada em áreas de baixas altitudes nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, dando destaque para os estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Pará e Minas Gerais (Lima, 2004). Devido a sua origem, região tropical úmida, apresenta adequadas possibilidades de desenvolvimento na região amazônica (Lemos, 2014).

A propagação da gravioleira pode ser realizada sexuada ou assexuadamente. A recomendação da propagação por sementes tem ficado mais restrita à obtenção de porta-enxertos (Costa *et al.*, 2005), sendo os *seedlings* conside-

rados os melhores porta-enxertos para as cultivares superiores existentes e, embora muitas mudas venham sido produzidas por enxertia, permitindo maior uniformidade das plantas e características desejáveis de frutos, o que é sabidamente prioritário num pomar comercial, a propagação por sementes, em anonáceas, produz plantas mais vigorosas, com sistema radicular abundante e profundo, maior longevidade, além de proporcionarem a obtenção de novas variedades e formação de bancos de germoplasma (Kitamura e Lemos, 2004).

No entanto, as sementes da gravioleira apresentam substâncias inibidoras da germinação, provocando dormência, além de terem um tegumento resistente e impermeável, o que proporciona antagonismo à germinação rápida e uniforme (Smet *et al.*, 1999; Stenzel *et al.*, 2003). Sementes que não germinam em condições normais (água, oxigênio e

PALAVRAS CHAVE / *Annona muricata* L. / Dormência / Escarificação / Germinação / Gravioleira / Propagação /

Recebido: 16/12/2014. Modificado: 12/08/2016. Aceito: 16/08/2016.

Amanda Garcia Bagatim. Engenheira Agrônoma e Aluna de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil. Endereço: Faculdade de Ciências Agrárias e

Veterinárias, UNESP - Campus Jaboticabal. Via de Acesso Prof. Dr. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. e-mail: amanda_cr.aveiro@hotmail.com

Guilherme Nacata. Engenheiro Agrônomo e Aluno de Pós-Graduação em Agronomia, UNESP, Brasil. e-mail: guilherme_nacata@hotmail.com

Renata Aparecida De Andrade. Agrônoma, Mestre e Doutora em Agronomia, UNESP, Brasil. Professora, UNESP, Brasil. e-mail: reandrad@fcav.unesp.br

EFFECT OF TREATMENTS FOR SOURSOAP SEED DORMANCY BREAKING AND EMERGENCY

Amanda Garcia Bagatim, Guilherme Nacata and Renata Aparecida De Andrade

SUMMARY

This research aimed to test the effect of different treatments for dormancy breaking in soursop seeds and their effect on early germination, thus evaluating seedling emergence. The experiment was realized using seeds obtained from ripe fruits, washed in running water until completely clean and free of mucilage, and then dried in the shade. The seeds were subjected to four treatments: cutting of the distal region of the seeds, low temperature (-10°C) for 24h, immersion in water for 24h,

and scarification with sandpaper N° 10, plus a control treatment. Each treatment consisted of 4 replicates, with 10 seeds in each one. The evaluation was performed weekly, counting the number of seedlings emerged and determining the emergence percentage for every treatment. From the results it can be concluded that in order to obtain higher rates of emergency in soursop, prior treatment using seed scarification with sandpaper is recommended.

EFEECTO DE TRATAMIENTOS PARA RUPTURA DE DORMANCIA DE LAS SEMILLAS EN LA EMERGENCIA DE GUANÁBANA

Amanda Garcia Bagatim, Guilherme Nacata y Renata Aparecida De Andrade

RESUMEN

Se definió el objetivo de verificar el efecto de diferentes tratamientos para ruptura de dormancia, además de su efecto en la precocidad durante la germinación de semillas de guanábana, evaluando, para tanto, la emergencia de plántulas. El experimento fue realizado con semillas extraídas de frutos maduros, lavadas en agua corriente, de forma a quedar totalmente limpias y sin mucilago, luego secadas a la sombra. Las semillas fueron sometidas a cuatro tratamientos: corte de la región distal de las semillas; baja temperatura (-10°C) por 24h; inmersión en

agua por 24h; y escarificación mecánica con lija N° 10, además de un tratamiento testigo. Cada tratamiento fue constituido por cuatro repeticiones, con 10 semillas en cada una. La evaluación fue realizada semanalmente, contándose el número de plántulas, determinándose así el porcentaje de emergencia en función de cada tratamiento. Por los resultados obtenidos, se puede concluir que, para obtención de mayores tasas de emergencia da guanábana, se recomienda el tratamiento previo de las semillas utilizando escarificación con lija.

temperatura adequada) são chamadas de dormentes e esta dormência pode ser superada e iniciada a germinação, em algumas espécies, com o uso de reguladores vegetais. Há também a indução de forma mecânica, sendo o corte da região distal da semente e a imersão em água por 24h dois tratamentos que podem ser recomendados para acelerar a germinação e aumentar sua velocidade, sem prejudicar a qualidade da muda (Mendonça *et al.*, 2007).

Em relação à dormência, existem dois mecanismos: endógena e exógena. A dormência endógena, que também pode ser considerada embrionária, é causada por algum bloqueio à germinação relacionado ao próprio embrião, enquanto a exógena é causada primariamente pelo tegumento, relacionado à impermeabilidade, ao efeito mecânico e/ou à presença de substâncias inibidoras dos tecidos (Ferreira *et al.*, 2009).

Diante do exposto e da constante necessidade em pesquisa, especialmente em relação à

obtenção de mudas, que se constituem a base de um pomar, realizou-se este trabalho, objetivando verificar o efeito de diferentes tratamentos para quebra de dormência na germinação de sementes de graviola, avaliando, para tanto, a emergência de plântulas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Ripado de Fruticultura do Departamento de Produção Vegetal, FCAV/UNESP-Câmpus Jaboticabal, Brasil. Foram utilizadas sementes extraídas de frutos maduros de graviola, lavadas em água corrente de forma a ficarem totalmente limpas e sem mucilagem. Após a lavagem, as sementes foram mantidas em condição ambiente, à sombra, para secar por 24h, sendo então separadas em porções de 40 sementes, de forma a compor os tratamentos, que contaram com quatro repetições e 10 sementes em cada, num delineamento inteiramente casualizado.

As sementes foram submetidas a quatro tratamentos visando à quebra de dormência ou obtenção de maior velocidade na germinação e emergência de plântulas, a saber: 1) corte da região distal das sementes; 2) baixa temperatura (-10°C) por 24h; 3) imersão em água por 24h; e 4) escarificação com lixa N° 10, além de um tratamento testemunha, no qual as sementes foram mantidas intactas. A sementeira foi realizada em bandejas perfuradas de 34×23,5×8,5cm contendo substrato comercial à base de pinus, sendo as sementes colocadas a uma profundidade de ~2cm, na posição horizontal.

A avaliação foi realizada semanalmente, contando-se o número de plântulas, determinando-se assim a porcentagem de emergência para cada tratamento. O experimento teve a duração de 16 semanas. Os resultados, expressos em porcentagem, foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$, submetidos à análise de variância e as médias ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Observa-se, pela Figura 1, que independente do tratamento, a emergência iniciou na sexta semana após a sementeira. Para o tratamento onde as sementes foram submetidas à escarificação com lixa, nota-se maior precocidade, tendo-se 97,5% de emergência das plântulas já na nona semana após a sementeira, enquanto que, para o tratamento no qual as sementes foram mantidas por 24h em baixa temperatura, a maior taxa (20% de emergência) foi alcançada apenas na décima quinta semana, o que não é interessante para o produtor, que visa produzir o maior número de mudas possível num menor espaço de tempo. Já para os demais tratamentos, a testemunha chegou à taxa de 90% de emergência na décima primeira semana, enquanto que o corte da região distal da semente e a imersão em água por 24h alcançaram por volta de 85% de emergência na décima semana após a instalação do experimento.

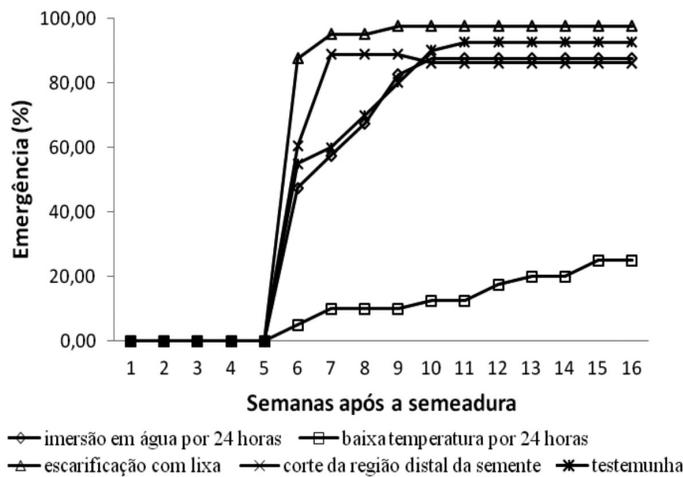


Figura 1. Evolução semanal da porcentagem de emergência de plântulas de gravioleira (dados originais), submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência, durante 16 semanas.

É possível verificar (Tabela I) que houve diferença significativa entre os tratamentos aos quais as sementes foram submetidas. Nota-se maior taxa de emergência para a escarificação com lixa e menor taxa para as sementes submetidas à condição de baixa temperatura por 24h. Os demais tratamentos (corte da região distal da semente, testemunha e imersão por 24h em água) não diferiram entre si.

A menor taxa de emergência quando as sementes foram submetidas à baixa temperatura era esperada, uma vez que a gravioleira é uma planta tropical, que não necessita de vernalização para germinação de suas sementes, podendo ser até mesmo prejudicada por este processo, além do fato de, para esta espécie, a baixa temperatura poder ter levado à dormência do embrião, ou mesmo sua morte, ocorrendo então a baixa emergência ou ausência dela.

A quebra de dormência de sementes em anonáceas é bastante estudada, porém os resultados e tratamentos testados divergem bastante entre os relatos encontrados. Menegazzo *et al.* (2012), estudando o efeito do ácido giberélico, ácido sulfúrico, imersão em água a 30°C, imersão em água a 60°C e escarificação com lixa, relatam que a maior porcentagem de germinação e melhor desen-

volvimento das plântulas foi obtido quando utilizado o tratamento com ácido giberélico. Resultado semelhante foi observado por Lima-Brito *et al.* (2006), que também verificaram o efeito positivo do ácido giberélico na quebra de dormência das sementes de três espécies de anonáceas, com aumento na emergência e na porcentagem de germinação. Sousa *et al.*, (2008) também encontraram melhores resultados com o uso de embebição das sementes de pinha em ácido giberélico (50 e 750mg×l⁻¹) por 12h, porém constataram que a escarificação com lixa não foi eficiente na superação da dormência desta frutífera. Há outras referências anteriores em que também foi utilizado o ácido giberélico para a superação da dormência e obtiveram resultados satisfatórios para a pinha, favorecendo a germinação, dentre eles destacando Ferreira *et al.* (2002), Araújo (2003) e Stenzel *et al.* (2003).

Stenzel *et al.* (2003) utilizaram como tratamentos a escarificação com lixa seguida da imersão das sementes em ácido giberélico, água a 5°C e água a 30°C e relatam que houveram maiores taxa e velocidade de germinação quando utilizado o ácido giberélico. Em outro trabalho, também verificaram que o uso do ácido giberélico estimulou a germinação em sementes de atemóia (*Annona*

cherimola × *Annona squamosa*), nas dosagens de 50 ou 100mg×l⁻¹. No entanto, quando a escarificação com lixa foi combinada com a embebição das sementes escarificadas em água e em um bioestimulante (Stimulate®), houve aumentos de 22 a 43% na porcentagem de germinação, respectivamente. Estes autores observaram que com o uso do ácido giberélico nas dosagens de 50 a 750mg×l⁻¹, a porcentagem de germinação variou de 83 a 98%, sem necessidade da utilização da escarificação mecânica com lixa.

Embora no presente trabalho não tenha sido utilizado tratamento com ácido giberélico, buscando se testar opções de mais fácil acesso e manuseio por parte dos produtores e viveiristas de forma geral, nota-se claramente, diante do efeito positivo, que de fato existe um ganho significativo na germinação quando se realiza tratamento para quebra da dormência das sementes.

Malavasi e Malavasi (2004) avaliaram o uso da escarificação mecânica com lixa, diferentes concentrações de ácido sulfúrico e embebição em água na superação da dormência de sementes de timburi (*Enterobium contortisiliquum*) e verificaram que os melhores resultados foram obtidos com a escarificação química em ácido sulfúrico concentrado por 180min, com 92%, enquanto que para a escarificação mecânica com lixa foi de 70%, resultado que pode também ser considerado como satisfatório

na germinação de sementes e acordando com o encontrado no presente trabalho, onde nota-se efeito positivo da escarificação com lixa no processo germinativo.

Wagner Jr *et al.* (2006) testaram diferentes períodos de imersão das sementes em água, sendo 6, 12, 24 e 48h e verificaram que não houve influência dos tempos na quebra de dormência. No presente trabalho, a imersão em água por 24h mostrou-se positiva, porém com porcentagem de emergência de quase a metade da obtida com o melhor tratamento, que foi a escarificação com lixa.

Da mesma forma que observado no presente trabalho, Lemos *et al.* (1988) observaram que a escarificação com lixa aumentou a germinação (75%) e a velocidade de emergência em sementes de fruta-do-conde.

Tratamentos compostos pelo uso de vinagre, escarificação das sementes em liquidificador, escarificação com lixa e des ponte do tegumento foram testados por Nietzsche *et al.* (2005) e os autores observaram que não houve diferença entre os tratamentos na quebra da dormência de sementes da pinheira, alcançando cerca de 70% de emergência. Já Mendonça *et al.* (2007), que usaram como tratamentos a imersão em água a 25°C por 12 e 24h, além do corte da parte distal da semente, verificaram que a imersão por 24h e o corte da parte distal da semente de graviola aceleraram e aumentaram a velo-

TABELA I
RESULTADO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE GRAVIOLEIRA, EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO PARA QUEBRA DE DORMÊNCIA, AO FINAL DE 16 SEMANAS

Tratamento	Emergência (%)
Escarificação com lixa Nº 10	87,50 a
Corte da região distal da semente	60,50 b
Testemunha	55,00 b
Imersão em água por 24h	47,50 b
Baixa temperatura por 24h	5,00 c
DMS (5%)	18,54
CV (%)	13,96

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

cidade da germinação. O corte da semente também foi testado no presente trabalho e apresentou como resultado emergência de 60,5%, contra 87,5%, obtida quando realizada a escarificação com lixa.

Nota-se claramente que há diversos tratamentos que podem ser realizados visando a quebra de dormência de sementes de anonáceas, com grande destaque para o uso do ácido giberélico, que não foi, conforme comentado, utilizado neste trabalho, uma vez que objetivamos maneiras mais simples e baratas de serem utilizadas pelos produtores e viveiristas. O uso do ácido giberélico pode parecer mais fácil, rápido e cômodo do que realizar a escarificação com auxílio de lixa, que é um trabalho a ser realizado manualmente, semente a semente, porém, deve-se salientar que a dosagem a ser utilizada é fator importante a ser considerado para se obter os resultados benéficos do tratamento com o ácido giberélico, além do manuseio adequado do produto. A escarificação com lixa é fácil e barato, com resultados bastante positivos.

Conclusões

Para obtenção de maiores taxas de emergência da graviroleira, diante dos resultados obtidos e dentre os métodos testados, recomenda-se, antes da semeadura, a escarificação das sementes utilizando lixa.

REFERÊNCIAS

Araújo JF (2003) *A Cultura da Pinha*. Egba. Salvador, Brasil. 79 pp.

- Barbosa JG, Alvarenga EM, Santos DCF, Dias ANV (2005) Efeito da escarificação ácida e de diferentes temperaturas na qualidade fisiológica de sementes de *Strelitzia reginae*. *Rev. Bras. Sem.* 27: 71-77.
- Carvalho NM, Nakagawa J (2000) *Sementes Ciência, Tecnologia e Produção*. 4ª ed. Funep. Jaboaticabal, Brasil. 588 pp.
- Costa AMG, Costa JTA, Cavalcanti Junior AT, Correia D, Medeiros Filho S (2005) Influência de diferentes combinações de substratos na formação de portaxertoxos de graviroleira (*Annona muricata* L.). *Ciênc. Agron.* 36: 299-305.
- Ferreira G, Rodrigues JD, Dias GB, Detoni AM, Tessar SM (2002) Germinación de semillas de *atemya* (*Annona cherimola* Mill x *Annona squamosa* L.) cv. 'gefner' bajo diferentes temperaturas y ácido giberélico. *Mem. Congr. Int. Anonáceas*, 3. Valparaíso, Chile. p. 16.
- Ferreira RB, Oliveira Júnior JP, Naves RV, Salgado AL (2009) Desenvolvimento de mudas de *Annona Crassiflora* Mart. (Araticum) em substratos com cinza de bagaço de cana. *Pesq. Agropec. Trop.* 39: 18-24.
- Hernández LV (1993) *La Reproducción Sexual y Multiplicación Vegetativa de las Anonáceas*. Publ. Técnica N° 3. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 35 pp.
- Inoue MH, Santana DC, Pereira MJB, Possamai ACS, Azevedo VH (2009) Aqueous extracts of *Xylopi aromatic* and *Annona crassiflora* on marandu grass (*Brachiaria brizantha*) and soybean. *Sci. Agr.* 10: 245-250.
- Kitamura MC, Lemos EEPde (2004) Enxertia precoce da graviroleira. *Rev. Bras. Fruticult.* 26: 186-188.
- Lemos EEPde (2014) A produção de anonáceas no Brasil. *Rev. Bras. Fruticult.* 36(N. Esp.): 77-85.
- Lemos EEP, Cavalcanti RLRR, Carrazoni AA, Lobo TM (1988) Germinação de sementes de pinha submetidas a tratamentos para quebra de dormência. *Anais Congr. Bras. Fruticultura*, 9. Vol. 2. Sociedade Brasileira de Fruticultura. Campinas, Brasil. pp. 675-678.
- Lima MACde (2004) O cultivo da graviroleira. *Rev. Bras. Fruticult.* 26: (3).
- Lima-Brito A, Campos VCA, Santana JRF, Dornelles ALC (2006) Efeito do ácido giberélico (GA3) na emergência de plântulas de *Annona crassiflora* Mart., *Annona squamosa* L. e *Annona muricata* L. *Magistra* 18: 27-33.
- Malavasi UC, Malavasi MM (2004) Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 47: 851-854.
- Mendonça V, Ramos JD, Pio R, Gontijo TCA, Tosta MS (2007) Superação de dormência e profundidade de semeadura de sementes de graviroleira. *Caatinga* 20(2): 73-78.
- Menegazzo ML, Oliveira AC, Kulczynski SM, Silva EA (2012) Efeitos de métodos de superação de dormência em sementes de pinha (*Annona squamosa* L.). *Agrarian* 5(15): 29-35.
- Nietsche S, Pereira MCT, Nunes CF, Cunha LMV, Gonçalves VD, Mota WF, Santos FA (2005) Tratamentos físicos e químicos na emergência e no crescimento de plântulas de pinheira. *Bragantia* 64: 411-416.
- Nogueira EA, Mello NTC, Maia ML (2005) Produção e comercialização de anonáceas em São Paulo e Brasil. *Inf. Econ.* 35(2): 51-54.
- Oliveira LC, Tavares JC, Rodrigues GSO, Maracajá PB, Silva MLS (2009) Efeito de diferentes substratos na germinação de sementes e formação inicial de plântulas de graviola. *Verde* 4: 90-97, 2009.
- Oliveira MC (2004) *Germinação de Sementes de Atemóia (Annona cherimola MILL. x Annona Squamosa L.) Submetidas a Tratamentos com Ácido Giberélico GA3 e Ethephon*. Tese. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Brasil. 72 pp.
- Pinto ACQ (1976) Influência de hormônio sobre o poder germinativo de sementes de graviola. *Anais Congr. Bras. Fruticultura*, 3. Sociedade Brasileira de Fruticultura. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 415-420.
- Sacramento CK, Faria JC, Cruz FL, Gaspar JW, Leite JBV (2003) Caracterização física e química de frutos de três tipos de graviroleira (*Annona muricata* L.). *Rev. Bras. Fruticult.* 25: 329-331.
- Smet S de, Damme P Van, Scheldeman X, Romero J (1999) Seed structure and germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Acta Hort.* 497: 269-278.
- Sousa AS, Pelacani CR, Vieira EL, Ledo CAS (2008) Superação da dormência em sementes de pinha. *Caatinga* 21(4): 118-121.
- Stenzel NMC, Murata IM, Neves CSV (2003) Superação da dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. *Rev. Bras. Fruticult.* 25: 305-308.
- Taiz L, Zeiger E (1009) *Fisiologia Vegetal*. 4ª ed. Artmed. Porto Alegre, Brasil. 819 pp.
- Travlos IS, Economou G, Karamanos AI. Germination and emergence of the hard seed coated Tylosema esculentum (Burch) A. Schereib in response to different pre-sowing seed treatments. *J. Arid Environ.* 68: 501-507, 2007.
- Valenzuela JRC, Osorjo JDB (1998) Efecto del ácido giberélico y el método de siembra en la germinación de semillas y crecimiento de plântulas de anona colorada (*Annona reticulata* L.). *Rev. Fac. Nac. Agron.* 51: 236-244.
- Wagner Júnior A, Pimentel LD, Negreiros JRS, Neres CRL, Alexandre RS, Diniz ER, Bruckner CH (2006) Influência do tempo de embebição em água sobre a dormência de sementes de pinha (*Annona squamosa* L.). *Ceres* 53: 317-332.