

# Germinação de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms submetida a diferentes períodos de exposição e concentração de GA<sub>3</sub> pós escarificação mecânica

A. C. Curiel<sup>1</sup> & C. P. Moraes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Hermínio Ometto-UNIARARAS, Av. Maximiliano Baruto 500, 13607-339, Araras-SP, Brasil

<sup>2</sup>Núcleo de Ciências Ambientais, Centro Universitário Hermínio Ometto-UNIARARAS, Av. Maximiliano Baruto 500, 13607-339, Araras-SP, Brasil

lccuriel@ig.com.br

(Recebido em 08 de setembro de 2010; aceito em 21 de dezembro de 2011)

Diversos autores verificaram as causas e a superação da dormência nas sementes de *Ormosia arborea*, entretanto, existem relatos considerando a influência da exposição das sementes ao GA<sub>3</sub> pelo período de 3 horas. O presente estudo teve por objetivo analisar a porcentagem, índice de velocidade de germinação e deterioração das sementes de *O. arborea*. As sementes foram submetidas à escarificação mecânica utilizando tesoura e pré-embebidas em ácido giberélico nas concentrações de 5, 10 e 20 mg.L<sup>-1</sup> por períodos de 1, 3, 6 e 9 horas. Os lotes de 100 sementes, distribuídas em quatro placas de Petri, permaneceram em Câmara de Germinação B.O.D. sob temperatura constante de 25°C e intensidade luminosa de 116 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. As sementes germinadas foram contadas diariamente sendo retiradas da Câmara de Germinação mediante protusão radicular. Os dados referentes à porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e deterioramento foram submetidos à análise de variância. Verificou-se que a germinação das sementes de *O. arborea* foi afetada significativamente pela pré-embebição em GA<sub>3</sub> e o período de exposição a 20 mg.L<sup>-1</sup> durante 6 horas apresentou maior germinabilidade dentre as médias obtidas. Observou-se a elevação do índice de velocidade de germinação e o decaimento da porcentagem de deterioração das sementes mediante a elevação das concentrações do ácido giberélico, assim como do período de exposição das sementes ao GA<sub>3</sub>.

Palavras-chave: germinação; dormência; ácido giberélico

Several authors have verified the origins and the overcoming of dormancy in the seeds of *Ormosia arborea*, however, there are studies considering the exposition of the seeds to the gibberellic acid for 3 hours. This study aimed to evaluate the percentage, the average speed of germination and deterioration of the seeds of *O. arborea*. The seeds were subjected to mechanical scarification using scissors and pre-soaked in gibberellic acid at concentrations of 5, 10 and 20 mg.L<sup>-1</sup> for periods of 1, 3, 6 and 9 hours. Batches of 100 seeds were distributed in four petri dishes, remained in B.O.D. under constant temperature of 25 °C and light intensity of 116 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. The seeds germinated were counted daily and removed from the B.O.D. by root protrusion. The data about germination percentage, average speed of germination and deterioration were submitted to analysis of variance. It was found that the germination of *O. arborea* was significantly affected by the pre-soaking in GA<sub>3</sub> and the exposure at 20 mg.L<sup>-1</sup> for the period of 6 hours had a higher germination rate among the averages. It was observed an increase in the speed of germination and decay rate of deterioration of the seeds by high concentrations of gibberellic acid, as well as the period of exposure to GA<sub>3</sub>.

Keywords: germination; dormancy; gibberellic acid

## 1. INTRODUÇÃO

As sementes são consideradas uma das mais importantes inovações durante a evolução das plantas vasculares, proporcionando proteção ao embrião e a reserva de alimento que sustentará o novo organismo até que ele se estabeleça no ambiente [1].

Tecnólogos de sementes referem-se à germinação como a emergência das plântulas do solo, sendo seus interesses referentes ao desenvolvimento de uma planta vigorosa do ponto de vista do valor agrônomo [2]. Contudo, os fisiologistas, consideram a germinação como a retomada do crescimento do embrião com o rompimento do tegumento pela radícula [3].

Algumas sementes não germinam mesmo diante de condições favoráveis, como disponibilidade de água e temperatura adequada, sendo denominadas de sementes dormentes [4]. A dormência trata-se de uma restrição a processos metabólicos específicos e não de um estado de inatividade geral [5]. É considerada uma vantagem para as plantas, evitando a viviparidade [6] e a perda de plântulas durante o inverno, distribuindo a germinação ao longo do tempo [7]. Contudo, para os produtores de mudas, o mecanismo de dormência é uma desvantagem, pois em culturas controladas não permite uniformidade entre as plântulas e menor tempo para o desenvolvimento de produção em larga escala, representando um maior risco de perdas por deterioração das sementes [8].

A dormência de sementes e germinação são caracteres adaptativos das plantas superiores que sofreram a influência de um grande número de genes e fatores ambientais, estudos de fisiologia têm demonstrado as importantes funções dos hormônios vegetais e condições ambientais na regulação dessas adaptações [9].

Um tipo bastante comum de dormência é a imposta pela impermeabilidade do tegumento à água, sendo característica marcante das sementes da família Fabaceae [6] à qual pertence *Ormosia arborea*, conhecida popularmente como Olho-de-cabra. A árvore, nativa do Brasil, chega a 20 metros de altura e a madeira é resistente ao ataque de organismos xilófagos, sendo utilizada para a confecção de móveis [10].

Suas folhas possuem valor medicinal e suas sementes são freqüentemente utilizadas em adornos pessoais [11]. Proporciona uma sombra agradável sendo visada na arborização de ruas e avenidas e na recuperação de áreas degradadas [10] pelo fato de ser uma espécie intermediária inicial com preferência por solos profundos e drenados [12].

*Ormosia arborea* é uma espécie em vias de extinção devido às constantes devastações de matas nativas [13]. Existem diversos estudos sobre métodos para a superação da dormência de sementes de *O. arborea*, entretanto, os relatos na literatura avaliam apenas a pré-embebição das sementes em GA<sub>3</sub> pelo período de 3 horas.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a germinação de *Ormosia arborea* submetida à escarificação mecânica com tesoura e expostas a diferentes períodos de exposição e concentrações de GA<sub>3</sub>.

## 2. MATERIAIS E MÉTODO

Foram utilizadas 1700 sementes de *Ormosia arborea*, fornecidas pelo Laboratório de Estudos Ambientais do Centro Universitário Hermínio Ometto e os ensaios foram conduzidos em delineamento casualizado.

Para o estudo da embebição (curva de embebição) foram utilizados grupos de 50 sementes, colocadas em copos de Béquer com 80 mL de água destilada. As sementes eram removidas dos frascos nos intervalos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 horas, secas em papel absorvente e pesadas, considerando o aumento de peso como indicação da embebição das sementes.

Sementes recém-colhidas no Arboreto do Centro Universitário Hermínio Ometto, foram tratadas com hipoclorito a 5% e escarificadas mecanicamente, na região posterior ao hilo, utilizando tesoura e submetidas aos tratamentos com: água destilada e ácido giberélico nas concentrações de 5 mg.L<sup>-1</sup>, 10 mg.L<sup>-1</sup> e 20 mg.L<sup>-1</sup>. Os lotes foram compostos de 100 sementes cada e a embebição em água destilada e GA<sub>3</sub> foi realizada na ausência de luz e em tempos determinados de 1, 3, 6 e 9 horas.

Grupos de 25 unidades foram distribuídos em quatro placas de Petri de 9 cm de diâmetro, previamente esterilizadas, forradas com papel de filtro e umedecidas com 40 mL de água destilada. As placas permaneceram em Câmara de Germinação B.O.D. (MA 403) até sua germinação, sob temperatura constante de 25°C e intensidade luminosa de 116 µmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>.

Foi realizada a contagem das sementes diariamente, durante 15 dias e àquelas com radículas visíveis a olho nu, foram consideradas germinadas. Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo de Percentagem de Germinação (G%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) calculado pela fórmula de Maguire (1962) [14]:

$$V_g = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \dots + \frac{N_n}{D_n} \quad , \text{onde}$$

$N_1$  = número de plântulas normais, no primeiro dia de contagem;

$D_1$  = número de dias transcorridos, desde a instalação do teste até o primeiro dia de contagem;

$N_2$  = número de plântulas normais, entre o primeiro e o segundo dia de contagem;

$D_2$  = número de dias transcorridos, desde a instalação do teste até o segundo dia de contagem;

$N_n$  = número de plântulas normais, entre o penúltimo e o último dia de contagem;

$D_n$  = número de dias transcorridos, desde a instalação do teste até o último dia de contagem.

As variáveis posteriormente foram submetidas à análise de variância e à comparação entre as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do aplicativo BioEstat 5.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva de embebição é um auxílio importante na identificação do tipo de dormência apresentada pela semente, sendo associada à dureza e impermeabilidade do tegumento [15], pois a capacidade de embebição é extremamente relevante no processo germinativo que se inicia com a absorção de água possibilitando o alongamento da radícula [2].

Verifica-se que as sementes escarificadas de *Ormosia arborea* apresentam absorção paulatina de água entre uma e quatro horas, aumentando progressivamente a embebição até oito horas (figura 1). Sementes escarificadas podem aumentar progressivamente seu conteúdo de massa fresca, em um período de até 72 horas de embebição, enquanto que sementes intactas não reagem da mesma forma [16].

Verificou-se que sementes de *Ormosia nitida* apresentam o mesmo comportamento, sendo que sementes intactas e escarificadas quimicamente não apresentaram crescimento de massa fresca, enquanto sementes escarificadas mecanicamente absorveram água gradativamente até o período de 8 horas [17]. O mesmo é válido para sementes de *Paspalum paniculatum* nas quais a absorção de água foi lenta, sendo crescente até o período de 15 horas e estabilizando-se após esse tempo, sugerindo um tegumento resistente, impedindo à entrada de água e crescimento da radícula [15].

O comportamento das sementes é corroborado pela curva trifásica que representa o processo de embebição, em que na fase I o teor de água no interior da semente aumenta rapidamente estabilizando-se na fase II cujo término é marcado pela germinação visível, tendo início a seguir a fase III que representa o crescimento do embrião, necessitando novamente de uma grande demanda de água [4].

A fase II é a de maior interesse ao observar-se a regulação da germinação, pois a duração desta pode ser prolongada devido às variações de temperatura, déficit hídrico, presença de inibidores da germinação e dormência [18].

Sementes de *Ormosia arborea* escarificadas quimicamente em ácido sulfúrico por 15 minutos ou lixadas apresentaram maior germinabilidade quando comparadas a sementes intactas mantidas imersas em água por até 48 horas [13], sugerindo que a maior dureza e impermeabilidade do tegumento à água, impeçam o processo de embebição [16] e consequentemente a germinação.

Sementes de *Apuleia leiocarpa* apresentam dormência tegumentar, comprovada pela curva de embebição das sementes, que ao serem expostas ao ácido sulfúrico por 10 minutos apresentaram crescente absorção de água, ao passo que as sementes expostas por apenas 30 segundos não elevaram seu conteúdo de massa fresca [19]. A escarificação mecânica em sementes de *Acacia senegal* elevou consideravelmente a percentagem de germinação, o mesmo podendo ser observado em sementes de *Parkinsonia aculeata* [20].

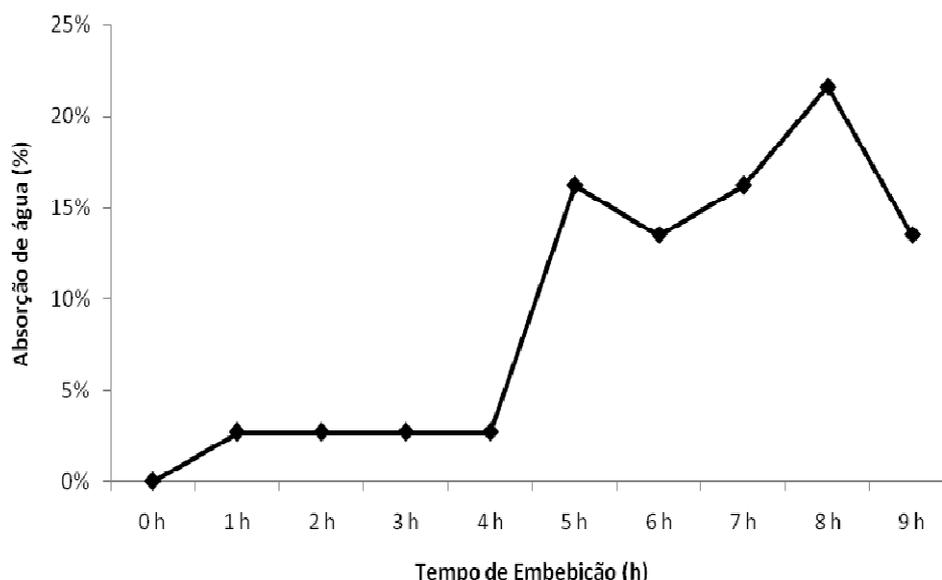


Figura 1: Curva de embebição relacionando o aumento de peso das sementes escarificadas com tesoura após a embebição em água.

Verifica-se por meio dos dados obtidos, que a pré-embebição em ácido giberélico  $20 \text{ mg.L}^{-1}$  em período de 6 horas apresentou a maior germinabilidade (G%). É possível observar também que em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) houve um aumento das médias à medida que se elevava a exposição às concentrações de ácido giberélico, destacando-se o tratamento com ácido giberélico  $20 \text{ mg.L}^{-1}$  por 9 horas. Quanto ao fator de deterioração, as sementes apresentaram maior sensibilidade ao serem expostas ao  $\text{GA}_3$   $20 \text{ mg.L}^{-1}$  durante uma hora, decaindo as médias de deterioração mediante o aumento das concentrações e tempos de exposição ao ácido giberélico (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagem de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de sementes deterioradas (D%) de sementes de *Ormosia arborea* (Fabaceae: Faboide) submetidas escarificação mecânica e à pré-embebição em diferentes concentrações de ácido giberélico ( $\text{GA}_3$ ). DP=Desvio Padrão, CV(%)=Coeficiente de Variação.

Tratamento	G (%)	IVG	D (%)
<b>Pré-embebição 1 hora</b>			
E.M. + $\text{H}_2\text{O}$	20.75 a <sup>1</sup>	1.72 a	4.25 a
E.M. + $\text{GA}_3$ 05 mg/L	21.75 ab	1.87 a	3.25 a
E.M. + $\text{GA}_3$ 10 mg/L	22.25 bc	1.42 ab	4.25 a
E. M. + $\text{GA}_3$ 20 mg/L	21.75 ac	1.37 ac	9.75 b
DP	0.5	0.05	0.5
CV (%)	2.32	3.18	11.01
<b>Pré-embebição 3 horas</b>			
E.M. + $\text{H}_2\text{O}$	21.75 a	2.12 a	3.25 a
E.M. + $\text{GA}_3$ 05 mg/L	22.25 a	2.47 b	2.75 a
E.M. + $\text{GA}_3$ 10 mg/L	22.25 a	2.57 b	2.25 ac
E.M. + $\text{GA}_3$ 20 mg/L	22.25 a	4.67 c	1.25 bc
DP	0.5	0.05	0.5
CV (%)	2.26	1.85	23.95
<b>Pré-embebição 6 horas</b>			
E.M. + $\text{H}_2\text{O}$	20.75 a	4.82 a	2.75 a
E.M. + $\text{GA}_3$ 05 mg/L	22.75 b	5.22 b	2.75 a
E.M. + $\text{GA}_3$ 10 mg/L	22.25 cb	5.92 c	2.75 a
E.M. + $\text{GA}_3$ 20 mg/L	23.75 db	5.12 b	2.75 a
DP	0.5	0.05	0.5
CV (%)	2.24	0.96	18.18
<b>Pré-embebição 9 horas</b>			
E.M. + $\text{H}_2\text{O}$	15.25 a	4.57 a	3.25 a
E.M. + $\text{GA}_3$ 05 mg/L	23.75 b	5.82 b	2.75 a
E.M. + $\text{GA}_3$ 10 mg/L	22.25 c	8.37 c	1.25 b
E.M. + $\text{GA}_3$ 20 mg/L	23.75 b	9.67 d	1.25 b
DP	0.5	0.05	0.5
CV (%)	2.44	0.77	28.39

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em sementes de *Ormosia arborea* escarificadas em ácido sulfúrico por 10 minutos e tratadas com ácido giberélico por três horas observou-se maior porcentagem de germinação, superando as médias de germinação das sementes intactas, comprovando que o tegumento constitui a principal barreira à germinação das sementes da espécie [11].

Resultados semelhantes foram encontrados em estudos com sementes de *Bauhinia monandra* e *Bauhinia unguolata*, escarificadas mecanicamente e posteriormente embebidas em ácido giberélico, comprovando que a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação aumentavam com exposição a maiores concentrações do regulador vegetal [21]. Também foi verificado aumento da porcentagem de germinação de sementes de *Annona squamosa* à medida que se aumentava a concentração de GA, porém concentrações muito elevadas deste regulador vegetal elevam a porcentagem de sementes degradadas, além de causar diminuição da velocidade de germinação [22].

As giberelinas desempenham papel fundamental na germinação, sendo que o aumento da porcentagem de germinação em sementes de cereais expostas ao ácido giberélico se deve a ação desse fitormônio no aumento da secreção de  $\alpha$ -amilase na camada de aleurona que circunda o endosperma das sementes [4]. A  $\alpha$ -amilase atua sobre a degradação das reservas de amido, que em representantes da família Fabaceae, representam cerca de 7,7% em relação ao peso de matéria seca dos cotilédones [23].

Em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas à exposição ao ácido giberélico o aumento das concentrações do regulador vegetal não influenciou na germinação, sugerindo que outro fator de dormência fisiológica atue juntamente com o GA na quebra da dormência e promoção da germinação [24], o que é corroborado pelo trabalho de Carvalho et al (1999) [25] em que a pré-embebição de sementes de *Coffea arabica* em GA<sub>3</sub> por 30 horas também não acelerou a emergência das plântulas.

As limitações na germinação de sementes de *Ormosia arborea* indicam a existência de um tegumento espesso que impede a troca de gases e a embebição fundamentais no processo de crescimento, além da presença de um endosperma que restringe igualmente a germinação.

Sementes dispersas que possuem um embrião não-diferenciado apresentam uma dormência morfológica, e é necessário um período de maturação antes que ocorra a germinação [4]. Esse desenvolvimento do embrião pode ser limitado pelas estruturas que o circundam como os tecidos de reserva que acumulam substâncias como o polissacarídeo manano, que confere dureza a sementes, restringindo assim o crescimento da radícula, porém este composto de reserva pode ser degradado por indução do ácido giberélico [26], facilitando assim a germinação de sementes de tomate diante do amolecimento do endosperma [27].

#### 4. CONCLUSÃO

- A exposição de sementes de *Ormosia arborea* a diferentes concentrações de GA<sub>3</sub> afeta significativamente a sua germinação, sendo a pré-embebição em 20 mg.L<sup>-1</sup> por 6 horas apresenta a maior germinabilidade dentre os resultados obtidos.

- A elevação das concentrações de ácido giberélico e dos períodos de pré-embebição acelera consideravelmente o índice de velocidade de germinação das sementes de *O. arborea*, bem como decai as médias de deterioração.

- 
1. RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. *Biologia Vegetal*. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. p.521.
  2. BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds: Physiology of development and germination*. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
  3. NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNANDES, G.D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. *Informativo Sementes – IPEF*, 1998. Disponível em: <http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>. Acesso em: 18 de julho de 2009.
  4. KERBAUY, G. B. *Fisiologia Vegetal*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

5. BLEASDALE, J.K.A. *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1977.
6. POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília:AGIPLAN, 1977. p.39, 19, 75
7. BEWLEY, J.D. Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*. 9:1055-1066 (1997).
8. EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A.; MELLO, C.M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae. *Revista Brasileira de Sementes*. 15 (2):177-181 (1993).
9. KOORNNEEF, M.; BENTSINK, L.; HILHORST, H. Seed dormancy and germination. *Plant Biology*. 5:33-36 (2002).
10. LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 3ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v.1., p. 220
11. REIS, G. G. dos; FREITAS, S. C. de. Germinação de sementes de tento (*Ormosia arborea* (Vell.) Arms. Leguminosae – Faboidae). *Revista Árvore*. 9 (2):127-133 (1985).
12. ALMEIDA, S. P. de; PROENÇA, C. B. P.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: EMBRAPA, 1998. p.264 – 266
13. MARQUES, M. A.; RODRIGUES, T. de. J. D.; PAULA, R. C. de. Germinação de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. *Científica, Jaboticabal*. 32 (2):141-146 (2004).
14. MAGUIRE, J.D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. v.2, n.2, p.176-177, 1962
15. LULA, A.de.A.; ALVARENGA, A.A.de.; ALMEIDA, L.P.de; ALVES, J.D.; MAGALHÃES, M.M. Estudos de Agente Químicos na quebra da dormência de *Paspalum paniculatum* L. *Ciência Agrotecnol*. 24 (2):358-366 (abr./jun., 2000).
16. LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; MACEDO, C.M.P.de. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms. *Brasil Florestal*. 80:25-35 (ag.,2004).
17. LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; MACEDO, C.M.P.de. Tratamentos para acelerar a germinação e reduzir a deterioração de sementes de *Ormosia nítida* Vog. *Revista Árvore*. 30 (2):171-177 (2006).
18. BRADFORD, K.J. A water relation analysis of seed germination rates. *Plant Physiology*. 94 (5):840-849 (1990).
19. NICOLOSO, F.T.; GARLET, A.; ZANCHETTI, F.; SEBEM, E. Efeitos de métodos de escarificação na superação da dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento da grápia (*Apuleia leiocarpa*). *Ciência Rural*. 27 (3): 419-424 (1997).
20. TORRES, S.V.; BARBOSA-DOS-SANTOS, D.S. Superação de dormência em sementes de *Acacia senegal* (E.) Willd. E *Parkinsonia aculeata* (E.). *Revista Brasileira de Sementes*. 16 (1):54-57 (1994).
21. ALVES, M.da.C.S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M.; TEÓFILO, E.M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. E *Bauhinia unguolata* L. – Caesalpinoideae. *Revista Brasileira de Sementes*. 22 (2):139-144 (2000).
22. FERREIRA, G.; ERIG, P.R.; MORO, E. Uso de ácido giberélico em sementes de fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) visando à produção de musas em diferentes embalagens. *Rev. Bras. Frutic*. 24 (1):178-182 (abr.,2002).
23. CORTE, V.B.; BORGES, E.E.deL.e.; PONTES, C.A.; LEITE, I.T.de.A.; VENTRELLA, M.C.; MATHIAS, A.de.A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Beth. (Leguminosae-Caesalpinoideae). *Revista Árvore*. 30 (6):941-949 (2006).
24. VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.da.; BARROS, R.S. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de braquiário cv. Maranduru. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. 10 (2):143-148 (1998).
25. CARVALHO, G.R.; PASQUAL, M. GUIMARÃES, R.J. MENDES, A.N.G.; BEARZOTTI, E.; FALCO, L. Efeito do tratamento de sementes na emergência e desenvolvimento de mudas de ceeiro *Coffea arábica* L. *Ciência e Agrotecnologia*. 23 (4):799-807 (1999).
26. LIMA, D. U. de. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes. Estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. 12:137-162 (2000).
27. GROOT, S.P.C.; KIELISZEWSKAROKICKA, B.; VERMEER, E.; KARSEEN, C.M. Gibberellin-induced hydrolisis of endosperm cell walls and gibberellins-deficient tomato seeds prior to radical protrusion. *Planta*. 174:500-504 (1998).