

Biometria, características físicas e absorção de água de sementes de *Enterolobium maximum* Ducke

Biometrics, physical characteristics and water absorption of *Enterolobium maximum* Ducke seeds

Carla Caroline Magalhães Farias^I, José Carlos Lopes^{II}, Liana Hilda Golin Mengarda^{III}, Khetrin Silva Maciel^{IV}, Carlos Eduardo Moraes^V

Resumo

Enterolobium maximum Ducke é uma Fabaceae (Mimosoideae), arbórea, de crescimento rápido, com comportamento excelente para reflorestamento e recomposição de áreas degradadas. Objetivou-se com este trabalho estudar a biometria, a absorção de água e a qualidade fisiológica de sementes de *Enterolobium maximum*. Foram analisados: comprimento, largura, espessura, massa de sementes, umidade inicial, massa de 1000 sementes e número de sementes por quilograma. O estudo da embebição foi realizado com sementes intactas e escarificadas, utilizando-se três métodos de embebição: água (sementes submersas em água destilada), sobre papel e rolo de papel. A determinação do volume das sementes durante a embebição foi feita utilizando-se rolo de papel e três tipos de água: comum (água de abastecimento), destilada e deionizada. As sementes apresentam homogeneidade nas características físicas e biométricas, com média de 19,0 mm de comprimento, 11,5 mm de largura, 6,43 mm espessura e 1,05 g de massa. Não há grande variação para o tamanho e peso das sementes. Sementes recém-colhidas apresentam dormência primária imposta pela impermeabilidade do tegumento. As sementes escarificadas e embebidas pelo método do rolo de papel apresentam germinação após 72 horas, caracterizada pela protrusão da raiz primária e identificação da fase III da germinação.

Palavras-chave: Embebição; Germinação; Dormência tegumentar; Vigor

Abstract

Enterolobium maximum Ducke is a Fabaceae (Mimosoideae), arboreous, fast-growing, with excellent behavior for reforestation and restoration of degraded areas. The objective of this work was to study the biometry, water absorption and physiological quality of seeds of *Enterolobium maximum*. Length, width, thickness, mass, initial moisture, seed mass of 1000 seeds and number of seeds per kg were evaluated. The study of soaking was conducted with intact and scarified seeds, using three methods of soaking water (seeds submerged in distilled water), on paper and roll paper. The determination of the volume of seeds during imbibition was made using paper roll and three types of water: common (water supply), distilled and deionized water. The seeds exhibited homogeneity in physical features and biometrics, with an average of 19.0 mm, 11.5 mm wide, 6.43 mm thickness and 1.05 g of dough; There is great variation to the size and weight of seeds. Freshly harvested seed presents dormancy of seed coat impermeability imposed primary. The scarified seed and soaked by the method of paper roll present germination after 72 hours, characterized by the protrusion of the primary root and phase III identification of germination.

Keywords: Imbibition; Germination; Tegumentar dormancy

^I Engenheira Florestal, Msc., Pesquisadora Autônoma, Av. Amazonas, 1433, Cidade Alta, CEP 78580-000, Mato Grosso (MT), Brasil. carla_caroline_mf@hotmail.com (ORCID: 0000-0002-0163-9389)

^{II} Engenheiro Agrônomo, Dr., Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Guararema, CEP 29560-000, Alegre (ES), Brasil. jcufes@bol.com.br (ORCID: 0000-0002-4880-0547)

^{III} Bióloga, Dr^a., Pesquisadora Autônoma, Rua Alda Siqueira Motta, 129, apto 304, Praia da Costa, CEP 29100-440, Vila Velha (ES), Brasil. limengarda@gmail.com (ORCID: 0000-0002-8462-3701)

^{IV} Engenheira Agrônoma, Dr^a., Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Universidade Federal do Sul da Bahia, Rod. Ilhéus - Itabuna, Km 22, CEP 45604-811, Ilhéus (BA), Brasil. khetrinmaciel@ufsb.edu.br (ORCID: 0000-0002-8590-7917)

^V Engenheiro Florestal, Faculdade Pitágoras - Teixeira de Freitas, Av. Juscelino Kubitschek, BR 101, KM 879, 3000, Monte Castelo, CEP 45990-039, Teixeira de Freitas (BA), Brasil. carlosmoraes.engeflor@gmail.com (ORCID: 0000-0001-6553-4191)



Introdução

O tamboril-da-mata (*Enterolobium maximum* Ducke) é uma espécie arbórea, intolerante à sombra, de crescimento rápido, podendo atingir mais de quatro metros em dois anos. É uma Fabaceae (Mimosoideae) de ocorrência nas matas da região do Pará, Amazonas, Acre e Mato Grosso (LUCENA; CHAVES; GUERRA, 2007; CAMPOS FILHO, 2012).

O estudo das características biométricas de sementes e frutos é de fundamental importância para subsidiar a identificação de espécies e entender estratégias ecológicas e fisiológicas (ARAÚJO et al., 2004; SILVA; MÔRO, 2008), e tem sido realizado em diversas espécies florestais, como: *Anadenanthera colubrina* e *Enterolobium contortisiliquum* (BARRETO; FERREIRA, 2011), *Amburana cearensis* (SILVA et al., 2013), *Mimosa setosa* (SPERANDIO; LOPES; MATHEUS, 2013) e *Stryphnodendron adstringens* (FREITAS; VIEGAS; LOPES, 2014). Essas características biométricas são consideradas como fundamentais para o estudo de dispersão e estabelecimento de plântulas, e para diferenciar espécies pertencentes a diferentes grupos ecológicos em florestas tropicais (BASKIN; BASKIN, 2014).

As características biométricas como tamanho e peso são importantes na separação de sementes em classes, sendo que aquelas com melhor qualidade fisiológica, ou que apresentam maior porcentagem de germinação e vigor, normalmente apresentam maior tamanho ou densidade e embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Este comportamento foi observado na formação de mudas de *Tamarindus indica* L. em que sementes de maior tamanho apresentaram mudas de maior porte (PEREIRA et al., 2008), similarmente, foi observado na qualidade fisiológica de sementes de *Caesalpinia leiostachya* (Benth) Ducke (BIRUEL et al., 2010) e de *Brosimum gaudichaudii* (FARIA; ALBUQUERQUE; COELHO, 2013), comportamento que evidencia o tamanho ou densidade da semente como um subsídio na produção de mudas, uniformizando a emergência de plântulas e a padronização das mudas em tamanho e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A absorção de água pelas sementes é controlada por fatores como características da espécie ou cultivar, composição química, teor de água da semente e constituição do tegumento, além de fatores ambientais (BEWLEY; BLACK, 1994). Há grande importância nos estudos que visam à caracterização da curva de absorção de água pelas sementes, principalmente para espécies arbóreas florestais, posto que auxiliam na germinação e na determinação da dormência tegumentar nessas sementes, como observado em sementes das espécies *Cotinus coggygia* var. *cinérea* (DENG; CHENG; SONG, 2010); *Adenanthera pavonina* (MANTOAN et al., 2012) e *Erythrina velutina* (SILVA JUNIOR et al., 2012). A ocorrência de dormência tegumentar em sementes do gênero *Enterolobium* foi relatada em diversos estudos (ALEXANDRE et al., 2009; VARELA; LIZARDO, 2010), havendo a necessidade de tratamentos que promovam o rompimento do tegumento para facilitar a entrada de água nas sementes e reativar os processos metabólicos para que ocorra a germinação.

Considerando a necessidade de maiores informações que auxiliem na identificação da espécie e no conhecimento do seu processo germinativo para padronizar os testes para análise de qualidade fisiológica de suas sementes, objetivou-se com este estudo realizar a biometria e análises de absorção de água e da qualidade fisiológica de sementes de *Enterolobium maximum*.

Material e métodos

As sementes de *Enterolobium maximum* foram procedentes de frutos de cinco matrizes no município de Alta Floresta, Mato Grosso, coordenadas geográficas 10°06'53" S e 56°12'02" W, com altitude de 284 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso, com estação seca nítida de dois meses, com temperatura média anual de 26°C, e precipitação total anual média de 2620 mm (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2014).

As sementes foram extraídas de frutos colhidos após a queda natural, no solo, entre os

meses de setembro a novembro de 2012, realizado o beneficiamento, limpeza e acondicionamento em sacos de polipropileno trançado e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharia da Universidade Federal do Espírito Santo, CCAE/UFES, Alegre - ES, para os estudos.

Biometria e caracterização física das sementes

As análises biométricas foram feitas utilizando-se quatro replicatas de 25 sementes. Foram determinados o comprimento, largura, espessura e massa, com auxílio de paquímetro digital 6" (Zaasprecision) com precisão de 0,01 mm e balança analítica (0,0001 g). Foram calculadas as médias, os desvios padrões, os coeficientes de variação e distribuição da frequência em classes para cada característica.

O teor de água das sementes foi determinado utilizando-se duas subamostras de cinco sementes, pelo método de estufa ($105 \pm 3^\circ\text{C}/24$ horas) (BRASIL, 2009). A massa de mil sementes foi determinada utilizando-se oito subamostras de 100 sementes em balança com precisão de 0,01 g. O resultado do peso médio foi expresso em gramas semente⁻¹. O número de sementes kg⁻¹ foi calculado, a partir da massa de mil sementes (BRASIL, 2009).

Padrão de absorção de água

O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes, em esquema fatorial 2 x 3 (sementes intactas e escarificadas com lixa d'água n° 80) x (três métodos de embebição: água (A) – feito por submersão das sementes em um béquer contendo 200 mL de água destilada; sobreposição em papel embebido em água (SP) – as sementes foram mantidas em caixas tipo gerbox forradas com três folhas de papel germitest e que ficaram submersas dentro da gerbox com uma lâmina de água mantida até próxima de 1/3 do tamanho da semente, e rolo de papel (RP) - as sementes foram dispostas em rolo de papel germitest umedecido com volume de água destilada equivalente a três vezes a massa do papel seco. A curva de embebição das sementes foi determinada pelo ganho de peso com o aumento no teor de água, delimitando-se as fases de absorção de água (BEWLEY; BLACK, 1994).

Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado concomitantemente com o de embebição, com sementes intactas e escarificadas, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes por tratamento. As sementes foram dispostas em rolos de papel tipo germitest, umedecidos com água destilada, com quantidade equivalente a três vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura de 30°C e fotoperíodo de oito horas. As contagens de germinação foram feitas diariamente e foi considerada germinada a semente que apresentava protrusão da raiz primária ≥ 3 mm. O resultado foi expresso em porcentagem de germinação.

Tratamento estatístico

Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias feita pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os dados de biometria das sementes foram analisados com estatística básica: média, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis biométricas.

Resultados e discussão

Biometria e caracterização física das sementes

As sementes de *Enterolobium maximum* apresentaram em média 19,0 mm de comprimento; 11,4 mm de largura; 6,43 mm de espessura e 1,05 g de massa (Tabela 1).

Tabela 1 – Morfometria de sementes de *Enterolobium maximum*.

Table 1 – Morphometry of *Enterolobium maximum* seeds.

Variáveis	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV (%)
Comprimento (mm)	14,6	19,0	21,4	1,36	6,91
Largura (mm)	9,29	11,4	14,0	0,76	6,7
Espessura (mm)	4,57	6,43	7,37	0,48	7,46
Massa semente (g)	0,54	1,05	1,44	0,16	14,8

Em que: DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação
Where: DP = standard deviation; CV = coefficient of variation

Na Figura 1 são apresentados histogramas de frequência de ocorrência de sementes quanto às avaliações biométricas. Foram formadas seis classes a partir da amplitude de variação individual destas características em 100 sementes. Para o comprimento, a maioria das sementes (33%) pertence à classe de frequência de 19,1 a 20,2 mm; para a largura, a maioria (42%) das sementes pertence à classe de frequência de 10,9 a 11,7 mm, enquanto para a espessura, a maioria (37%) pertence à classe de frequência 5,98 a 6,44 mm. Com relação à massa de semente, a maior parte (44%) pertence à classe de frequência de 1,00 a 1,14 g. O desvio padrão para comprimento, largura, espessura e massa de semente foram 1,36; 0,76; 0,48 e 0,16, respectivamente. Os valores de coeficiente de variação (CV) registrados foram de 6,91% para o comprimento; 6,7% para largura; 7,46% para espessura, valores inferiores a 10%, e coeficiente de variação inferior a 10% é considerado baixo; enquanto para massa de sementes foi de 14,8%, coeficiente considerado médio, pois o valor encontra-se entre 10 e 20%, resultados que caracterizam a precisão dos dados de biometria das sementes de *Enterolobium maximum*, sugerindo homogeneidade nas características analisadas. Coeficiente de variação considerado alto, com menor precisão experimental são de 20 a 30% (PIMENTEL GOMES, 2000).

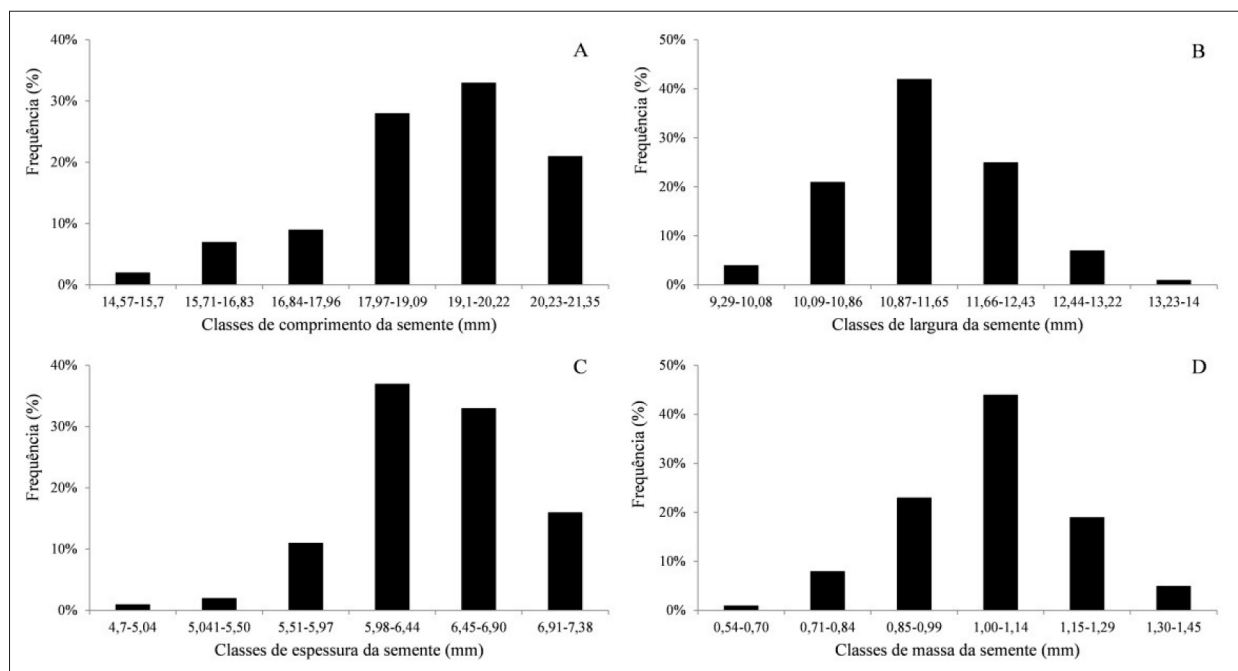
Na literatura não há informações sobre as características biométricas de sementes desta espécie e esses dados sobre a caracterização biométrica das sementes são fundamentais para subsidiar a identificação e diferenciação de espécies e entender estratégias ecológicas e fisiológicas e auxiliar na formação de bancos de sementes (ARAÚJO et al., 2004; SILVA; MÔRO, 2008). No entanto, é necessário verificar se as diferenças entre as espécies são visíveis, para facilitar na sua identificação, pois sementes de *Enterolobium contortisiliquum* apresentam aspectos morfológicos bastante similares aos encontrados no *Enterolobium maximum* (BARRETO; FERREIRA, 2011). Entretanto, em sementes de *Enterolobium schomburgkii* foram observadas maiores frequências para as análises de: comprimento, 7,8 a 8,2 mm; largura, 3,7 a 3,9 mm e espessura entre 2,4 a 2,5 mm (RAMOS; FERRAZ, 2008).

As sementes, após a colheita apresentavam teor de água de 8,68%, teor compatível com sementes após a maturação de campo e a colheita, quando ela entra em equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar. Somente no período de maturação que o teor de água das sementes é elevado, decrescendo a partir do momento em que a semente se desliga da planta mãe, deixando de haver controle sobre sua umidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Após a maturação e colheita das sementes, ocorre redução no seu teor de água até atingir o equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar, conseqüentemente ocorrem mudanças internas em função das variações

do ambiente, promovendo alterações na umidade e no peso das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

Figura 1 – Distribuição da frequência do comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa de sementes (D) de *Enterolobium maximum*.

Figure 1 – Frequency distribution of length (H), width (B), thickness (C) and weight (D) of *Enterolobium maximum* seeds.



Fonte: Autor (2014)

Source: Author (2014)

Considerando a massa de mil sementes de *Enterolobium maximum*, o peso médio foi de 964,6 g, correspondendo a 0,96 g semente⁻¹, dando um total de 1037 sementes por quilograma. Estes resultados discordam daqueles citados nas instruções normativas para análise de sementes florestais, que é de 3600 sementes kg⁻¹ (BRASIL, 2013). No entanto, diversos fatores funcionam como subsídios importantes na diferenciação de espécies do mesmo gênero, podendo afetar diretamente a qualidade da semente, destacando-se os genéticos, as condições ambientais climáticas em que a planta se desenvolveu, o estágio de maturação dos frutos e o teor de água das sementes (FIGLIOLIA; AGUIAR, 1993; GUSMÃO; VIEIRA; FONSECA JÚNIOR, 2006). Portanto, as sementes de *Enterolobium maximum* estão inseridas na categoria de sementes grandes, categoria que comporta menos de 5000 unidades kg⁻¹ (BRASIL, 2009; INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 2009), cujos dados foram consistentes, com pequena variação entre as massas das sementes, cujo desvio padrão foi de 3,15 e o coeficiente de variação de 3,26%.

Padrão de absorção de água

Na Tabela 2 encontra-se a análise de variância do teor de água das sementes, que evidenciou interação significativa entre os fatores escarificação e métodos de embebição ($p > 0,05$).

Com os métodos de embebição de submersão das sementes em água (Figura 2) e sobreposição em papel embebido em água (SP), as sementes escarificadas apresentaram aumento de 3,31 e 5,32% de água, respectivamente (Figura 2A), entrando na fase I a partir da primeira hora.

Houve acréscimo de 44% de água durante as 12 horas iniciais da embebição, atingindo, valores de 56,6 e 58,7% de água nas sementes, respectivamente, caracterizando a fase II. No entanto, as sementes permaneceram nesta fase, não atingindo a fase III e, após 48 horas de embebição atingiram valor máximo de teor de água, 68,0 e 69,5%, respectivamente.

Tabela 2 – Análise de variância para o teor de água de sementes de *Enterolobium maximum* intactas e escarificadas.

Table 2 – Analysis of variance for water content of *Enterolobium maximum* scarified and intact seeds.

Fonte de variação	GL	QM
Escarificação	1	16476,3*
Métodos	2	4,56 ^{ns}
Escarificação x Métodos	2	112,8*
Resíduo	18	4,59

Em que: GL = grau de liberdade, QM = quadrado médio, ^{ns}= não significativo, * = significativo em nível de 5% de probabilidade.

Where: GL = degrees of freedom, QM = mean square, ^{ns}= not significant, * = significant at the 5% level of probability.

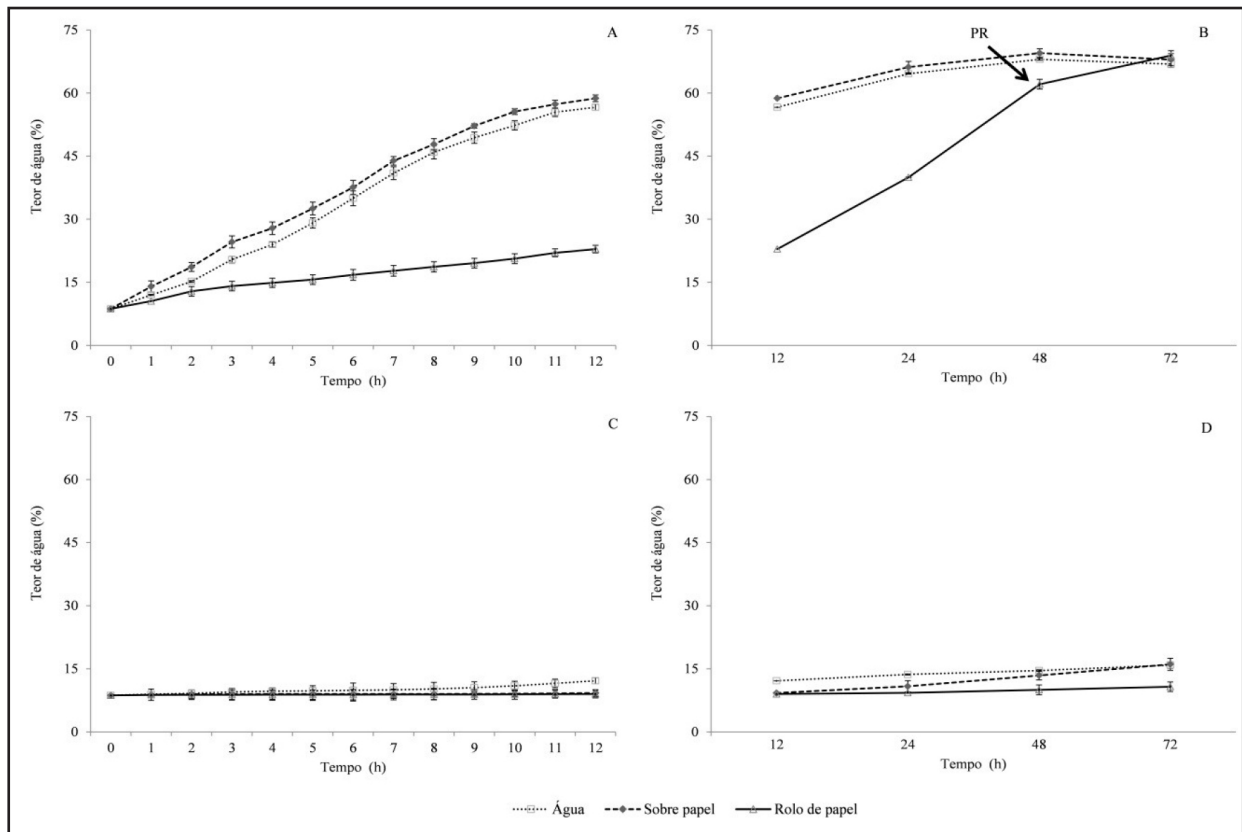
Posteriormente, ocorreu um decréscimo no teor de água das sementes, atingindo valores de 66,87 e 67,91%. Ao final da análise verificou-se a ocorrência de alto grau de deterioração das sementes, a que se atribuiu a uma possivelmente restrição no suprimento de oxigênio devido à submersão, corroborando os resultados encontrados em sementes de *Parkia pendula* hidrocondicionadas (PINEDO; FERRAZ, 2008). Na fase de embebição das sementes ocorre a reidratação de macromoléculas e organelas celulares, proporcionando o rápido aumento das atividades respiratórias. Nessa fase, as sementes necessitam de maior disponibilidade de oxigênio, e permanência das sementes imersas em água determina baixo suprimento de oxigênio, prejudicando a semente (POPINIGIS, 1985), e conseqüentemente, as sementes mantidas em submersão em água (A) e sobre papel (SP) não apresentaram germinação.

O método de embebição utilizando-se o rolo de papel (RP) permitiu que as sementes entrassem na fase III, a partir de 48 horas de embebição, resultado que corrobora com aqueles obtidos em estudo sobre a absorção de água em sementes vivas e mortas de *Jatrophas curcas*, em que se verificou que somente as sementes vivas apresentavam o padrão trifásico de absorção e entravam na fase III, após 60 horas de embebição (EVENCIO et al., 2011). Em RP, similarmente, as sementes entraram na fase I a partir da primeira hora de embebição (Figura 2A), entretanto, com um aumento mais lento no teor de água (1,83%). Houve acréscimo de 12,4% de água durante as 12 horas iniciais do processo de absorção, atingindo 22,9% de água nas sementes. Somente nas sementes submetidas a este método de embebição observou-se a fase III (Figura 2B), a qual teve início a partir de 12 horas, atingindo valores de 62% de água após 48 horas, culminando com a protrusão da raiz primária.

Assim, quando submetidas aos métodos de submersão em água (A) e sobre papel (SP) a área de contato das sementes com a água foi maior, o que pode ter favorecido a velocidade de absorção de água pelas sementes, sem, contudo, ocorrer germinação, pois estas sementes apresentaram alto grau de deterioração. Entretanto, no método rolo de papel (RP), a área de contato das sementes com a água proporcionou absorção suficiente para que germinassem, sem que houvesse deterioração. Portanto, o rolo de papel foi o método que melhor proporcionou a identificação do padrão de absorção de água.

Figura 2 – Teor de água (%) de sementes escarificadas (A, B) e intactas (C, D) de *Enterolobium maximum* submetidas aos três métodos de embebição: sementes submersas em água destilada (A), sobre papel (SP) e rolo de papel (RP). Período de 0 a 12 horas (A, C), período de 12 a 72 horas (B, D). A seta (PR) indica protrusão da raiz primária.

Figure 2 – Water content (%) of scarified (A, B) and intact (C and D) *Enterolobium maximum* seeds subjected to the three methods of soaking: submerged in distilled water (A), on paper (SP) and roll paper (RP). The period from 0 to 12 hours (A, C) for 12 to 72 hours (B, D). The arrow (PR) indicates the primary root protrusion.



Fonte: Autor (2014)

Source: Author (2014)

A embebição da semente é um processo puramente físico, que tem início com um rápido ganho de água, independentemente da semente se apresentar viável ou inviável, a não ser que se trate de dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento e é seguida pelos principais eventos metabólicos (BEWLEY; BLACK, 1994). Após a fase I houve uma estabilização na absorção de água, caracterizando a fase II, que se prolongou até a fase III, fase que foi caracterizada pela retomada de entrada de água na semente, seguida de protrusão da raiz primária. Este comportamento foi observado naquelas sementes submetidas ao método do rolo de papel (RP), que absorveram água gradativamente sem cessar, em que não foi possível separar a fase estacionária, a fase II da embebição. No entanto, nas sementes intactas, os métodos testados para embebição foram considerados ineficientes (Figuras 2C e D), cujo teor de água máximo atingido foi de 16%, após 72 horas para o método sobre papel. Portanto, sementes intactas (sem escarificação) não apresentaram absorção de água em volume suficiente para dar início às atividades metabólicas da germinação, sugerindo a necessidade do pré-tratamento de escarificação para a adequada hidratação da semente, fase em que ocorre a ativação do metabolismo do tecido embrionário (POPINIGIS, 1985), que em sementes cotiledonares deve ser próximo a 40%

(CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Portanto, confirma-se que as sementes desta espécie apresentam dormência primária, caracterizada como dormência tegumentar. A resposta observada condiz com os resultados obtidos em sementes de outras espécies, como *Parkia discolor* (PEREIRA; FERREIRA, 2010), *Gleditschia amorphoides* (BORTOLINI et al., 2011) e *Luffa operculata* (L.) (ARAUJO et al., 2015).

Analisando o teor de água final nas sementes em função das condições físicas (escarificadas e não escarificadas) e dos métodos na absorção de água (Tabela 3) verifica-se que a escarificação promoveu maior absorção de água em qualquer método adotado, em relação às sementes intactas.

Tabela 3 – Teor de água em função das condições de escarificação e dos métodos na absorção água em sementes de *Enterolobium maximum*.

Tabela 3 – Water content depending on the scarification conditions and the water uptake methods in *Enterolobium maximum* seeds.

Escarificação	Métodos		
	A	SP	RP
Escarificadas	66,9 aA*	67,9aA	68,9aA
Intactas	15,9bA	16,1bA	10,7bB

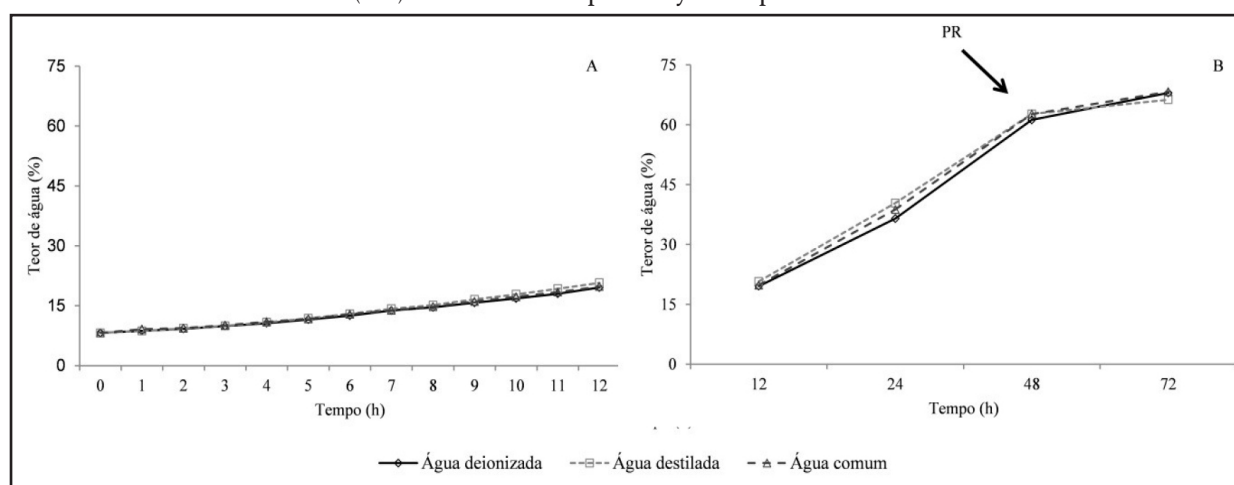
*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Em que: A = água, SP = sobre papel, RP = rolo de papel.

*Means followed by the same letter, lowercase in the column and uppercase on the line, not differ significantly by the Tukey test at 5% probability. Where: A = water, SP = on paper, RP = roll paper.

Com relação ao tipo de água utilizado (Figura 3) não houve diferença no padrão de absorção de água das sementes. Ao final do processo de embebição (72 horas), as sementes apresentavam 68; 66 e 68% de umidade para água deionizada, água destilada e água comum, respectivamente.

Figura 3 – Teor de água (%) de sementes escarificadas de *Enterolobium maximum* submetidas à embebição em diferentes tipos de água. Período de 0 a 12 horas (A) e de 12 a 72 horas (B). A seta (PR) indica protrusão da raiz primária.

Figure 3 – Water content (%) of *Enterolobium maximum* scarified seeds subjected to immersion in different types of water. Period from 0 to 12 hours (A) and from 12 to 72 hours (B). The arrow (PR) indicates the primary root protrusion.

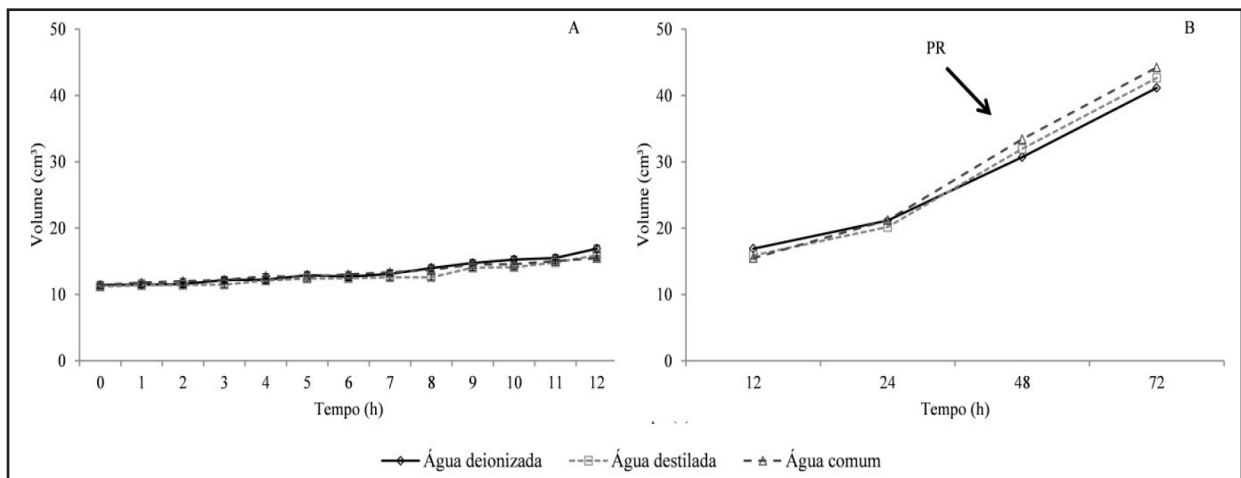


Fonte: Autor (2014)
Source: Author (2014)

Considerando o aumento de volume das sementes (Figura 4), os volumes para água deionizada, água destilada e água comum, após 72 horas do início da embebição foram similares, com valores de 41; 43 e 44 cm³, respectivamente, não havendo diferença quanto os tipos de água testados. As repostas obtidas a partir do volume das sementes são similares àquelas observadas no teor de água, e sugerem que os potenciais das águas utilizadas sejam similares, sendo que a velocidade de hidratação da semente, dentre outros fatores, depende da disponibilidade, hídrica, potencial mátrico do substrato, potencial osmótico da solução que umedece o substrato (POPINIGIS, 1985).

Figura 4 – Volume de sementes escarificadas de *Enterolobium maximum* submetidas à embebição em diferentes tipos de água. Período de 0 a 12 horas (A), período de 12 a 72 horas (B). A seta (PR) indica protrusão da raiz primária.

Figure 4 – Volume of *Enterolobium maximum* scarified seeds imbibed in different types of water. Period from 0 to 12 hours (A) and from 12 to 72 hours (B). The arrow (PR) indicates the primary root protrusion.

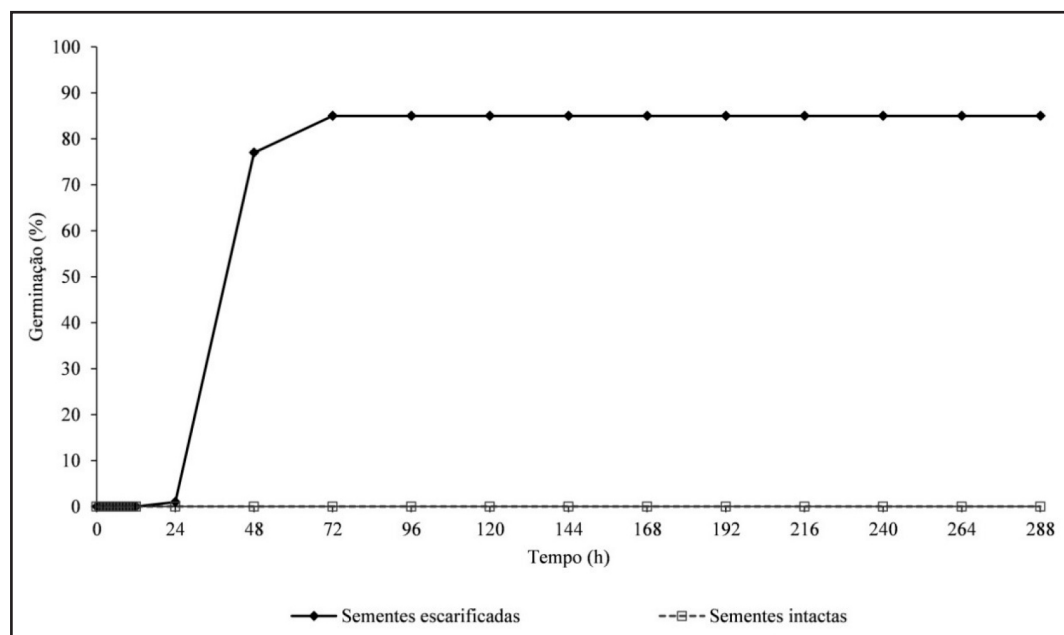


Fonte: Autor (2014)
Source: Author (2014)

Similarmente, com o aumento do volume de água nas sementes houve aumento no volume das sementes, sendo esse rápido após 12 horas do início da embebição, com média de 16 cm³; após 24 horas de embebição, o volume observado foi de 21 cm³, e após 48 horas houve um aumento de aproximadamente 11 cm³, atingindo valor de 32 cm³. Após 72 horas de embebição, o volume de água nas sementes era de 43 cm³, e nesta fase de embebição ocorreu a germinação das sementes, que foi caracterizada pela protrusão da raiz primária com tamanho ≥ 3 mm.

Teste de germinação

Na análise de germinação, após 72 horas do início da embebição, as sementes escarificadas apresentavam em média 85% de protrusão da raiz primária, enquanto as sementes intactas não apresentavam embebição durante o período analisado e não houve protrusão da raiz primária neste período (Figura 5). Esse comportamento das sementes foi atribuído à impermeabilidade do tegumento à água, que é uma das causas mais comuns de dormência nas leguminosas (POPINIGIS, 1985), fenômeno similar ao verificado em sementes de *Hymenaea courbaril* (FREITAS et al., 2013), *Delonix regia* (LIMA et al., 2013), *Mimosa setosa* (SPERANDIO; LOPES; MATHEUS, 2013), *Schizolobium amazonicum* (DAPONT et al., 2014).

Figura 5 – Germinação (%) de sementes escarificadas e intactas de *Enterolobium maximum*.Figure 5 – Germination (%) of *Enterolobium maximum* intact and scarified seeds.

Fonte: Autor (2014)
Source: Author (2014)

Sementes das espécies do gênero *Enterolobium* apresentam dormência e a escarificação é necessária para a sua superação, conforme verificado em diversos estudos (ALEXANDRE et al., 2009; VARELA; LIZARDO, 2010), e também por outras espécies de leguminosas que apresentam impermeabilidade do tegumento como *Hymenaea courbaril* (FREITAS et al., 2013), *Mimosa setosa* (SPERANDIO; LOPES; MATHEUS, 2013), *Delonix regia* (LIMA et al., 2013), *Schizolobium amazonicum* (DAPONT et al., 2014). Este fenômeno é considerado como a causa mais comum de dormência em sementes de Fabaceae, sendo que a ruptura do tegumento se faz necessária para permitir a absorção de água por estas sementes, promovendo o reinício de suas atividades metabólicas, para que ocorra a germinação.

O estudo e identificação de espécies cujas sementes apresentam restrição à entrada de água ou que necessitam de pré-hidratação com água ou agentes promotores de germinação antes da sementeira são extremamente importantes, como em sementes de espécies arbóreas e florestais. Assim, foram desenvolvidos trabalhos analisando o comportamento do padrão de absorção de água e caracterização da curva de embebição em sementes de *Adenantha pavonina* (MANTOAN et al., 2012), *Erythrina velutina* (SILVA JUNIOR et al., 2012) e *Jatropha curcas* (LOUREIRO et al., 2013).

Conclusões

As sementes de *Enterolobium maximum* apresentam homogeneidade nas suas características físicas e biométricas, com média de 19,0 mm de comprimento, 11,5 mm de largura, 6,43 mm espessura e 1,05 g de massa;

Sementes de *Enterolobium maximum* recém-colhidas apresentam dormência primária imposta pela impermeabilidade do tegumento à água;

A escarificação é necessária para a ruptura do tegumento e absorção de água pela semente de *Enterolobium maximum*;

Sementes de *Enterolobium maximum* escarificadas e embebidas pelo método do rolo de

papel apresentam germinação após 72 horas, caracterizada pela protrusão da raiz primária e identificação da fase III da germinação;

O processo de embebição e o volume da semente não são afetados com a utilização de diferentes tipos de água.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas aos autores.

Referências

ALEXANDRE, R. S. *et al.* Tratamentos físicos e químicos na superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 2, p. 156-159, 2009.

ARAÚJO, E. C. *et al.* Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 105-110, 2004.

ARAÚJO, P. C. *et al.* Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Luffa operculata* (L.) Cogniaux. **Revista Caatinga**, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 76-83, 2015.

BARRETO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.

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

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BIRUEL, R. P. *et al.* Germinação de sementes de *Caesalpinia leiostachya* (Benth) Ducke (pau-ferro) classificadas pelo tamanho e pela forma. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 197-204, 2010.

BORTOLINI, M. F. *et al.* Superação de dormência em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 4, n. 5, p. 823-827, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para a análise de sementes florestais**. Brasília, MAPA; ACS; CGAL, 2013. 98 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA; ACS, 2009. 399 p.

CAMPOS FILHO, E. M. (Org.) **Plante as árvores do Xingu e Araguaia**. Ed. rev. e ampl. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2012. 260 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

DAPONT, E. C. *et al.* Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 598-605, 2014.

DENG, Z. J.; CHENG, H. Y.; SONG, S. Q. Effects of temperature, scarification, dry storage, stratification, phytohormone and light on dormancy-breaking and germination of *Cotinus coggygria* var. *Cinerea* (Anacardiaceae) seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 38, n. 3, p. 572-584, 2010.

- EVENCIO, T. *et al.* Curva de absorção de água em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 193-197, 2011.
- FARIA, R. A. P. G.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B. Tamanho da semente e sombreamento no desenvolvimento inicial de *Brosimum gaudichaudii* Trécul. **Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 09-15, 2013.
- FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. Colheita de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 275 p.
- FREITAS, A. R. *et al.* Superação de dormência de sementes de jatobá. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 73, p. 85-90, 2013.
- FREITAS, V. L. O.; VIEGAS, F. P.; LOPES, R. M. F. Biometria de frutos e sementes, germinação e desenvolvimento inicial de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 21-32, 2014.
- GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA JÚNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.) **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). Estação Meteorológica de Alta Floresta. **Dados climáticos**. Alta Floresta: UNEMAT; INMET, 2014. Disponível em <http://afl.unemat.br/>. Acesso em: 11 abr. 2014.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **ISTA**. International rules for seed testing. Zurique, 2009. p. 180.
- LIMA, J. S. *et al.* Métodos de superação de dormência de sementes de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Verde**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 104-109, 2013.
- LOUREIRO, M. B. *et al.* Caracterização morfoanatômica e fisiológica de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1093-1101, 2013.
- LUCENA, A. M. A.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Desenvolvimento de mudas de cássia e tamboril em diferentes composições de substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 78-84, 2007.
- MANTOAN, P. *et al.* Escarificação mecânica e química na superação de *Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Scientia Plena**, Aracajú, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 560 p.
- PEREIRA, P. C. *et al.* Influência do tamanho de sementes na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 73-79, 2008.
- PEREIRA, S. A.; FERREIRA, S. A. N. Superação da dormência em sementes de visgueiro-do-igapó (*Parkia discolor*). **Revista Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 151-156, 2010.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: F. P. Gomes, 2000. 477 p.
- PINEDO, G. J. V.; FERRAZ, I. D. K. Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* (Benth. ex. Walp): sementes com dormência física de árvore da Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 39-49, 2008.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- RAMOS, M. B. P.; FERRAZ, I. D. K. Estudos morfológicos de frutos sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth, (Leguminosae - Mimosoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 227-235, 2008.
- SILVA, B. M. S.; MÔRO, F. V. Aspectos morfológicos do fruto, da semente e desenvolvimento

pós-seminal de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 195-201, 2008.

SILVA, G. L. *et al.* Biometria e emergência de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith em função da coloração do fruto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 635-642, 2013.

SILVA JUNIOR, V. T. *et al.* *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) ocorrente em caatinga e brejo de altitude de Pernambuco: biometria, embebição e germinação. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 247-257, 2012.

SPERANDIO, H. V.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Superação de dormência em sementes de *Mimosa setosa* Benth. **Comunicata Scientiae**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 385-390, 2013.

VARELA, O.; LIZARDO, G. Seed viability and effect of scarification with sulphuric acid on germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae) seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 38, n. 2, p. 528-531, 2010.