

AVALIAÇÃO DA IMPERMEABILIDADE DO TEGUMENTO DAS SEMENTES DE *Apuleia leiocarpa* VOGEL J.F. MACBR. - GARAPA (LEG-CAES)¹

Marta Bruno Loureiro^{*}
Claudia A.V. Rossetto^{**}

Resumo: *O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar o grau de impermeabilidade do tegumento de sementes de Apuleia leiocarpa, comparando-se três lotes. As sementes utilizadas foram coletadas na Reserva Biológica do Tinguá, RJ, em Dezembro de 2001, Dezembro de 2002 e Dezembro de 2003, constituindo três lotes distintos. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RJ), e consistiram na avaliação do teor de água de sementes intactas e escarificadas após 0, 1, 6, 24, 48, 72 e 96 horas de embebição em água sob a temperatura de 30°C e 8 horas de luz. Com base nos resultados obtidos pôde-se observar que as sementes escarificadas absorveram mais água que as não escarificadas, constatando-se a impermeabilidade parcial do tegumento das sementes, no entanto, as sementes intactas não absorveram água em quantidade suficiente para dar continuidade ao processo de germinação, evidenciando-se a necessidade da utilização de algum método de escarificação para que a germinação se complete.*

Palavras-chave: Germinação; Escarificação; Teor de água

INTRODUÇÃO

A água é essencial para que se inicie o processo de germinação das sementes (BEWLEY & BLACK 1994). Segundo LABORIAU (1993), o período necessário para absorção de água pelas sementes depende de quatro fatores. O primeiro é a composição química das sementes; o segundo é a quantidade de água disponível, ou seja, a absorção de água é proporcional à quantidade de água disponível; o terceiro é a área de contato entre semente e substrato; e o quarto, a temperatura na qual a semente está exposta durante o processo de embebição.

BEWLEY & BLACK (1994) propuseram um modelo de curva para absorção de água por sementes. De acordo estes autores, a germinação se dá em três fases ou etapas. A fase I se caracteriza por ocorrer rapidamente e a absorção de água se dá pela diferença do potencial matricial dos vários tecidos da semente, no entanto, as sementes que apresentam tegumento impermeável não dão início ao processo de embebição. Na fase II a água é absorvida lentamente pela semente e, na fase III, ocorre a absorção ativa de água pelas sementes e o crescimento do eixo embrionário, sendo que só alcançam esta fase sementes viáveis e não dormentes.

O tegumento é um dos principais condicionantes da germinação, do vigor e da longevidade das sementes, sendo o estudo da sua estrutura e propriedades de suma importância para explicar o comportamento das sementes sob determinadas condições ambientais (SOUZA & MARCOS-FILHO, 2001). Entre as várias funções desempenhadas pelo tegumento estão a de regulador na embebição, de preservação da integridade das estruturas internas da semente, de proteção do embrião contra injúrias mecânicas e ataque de patógenos, de regulação das trocas

¹ Este trabalho é parte integrante da Tese de Doutorado da primeira autora, no Curso de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, com recursos da FAPERJ.

^{*} Doutora em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pesquisadora Produt DCR/ Laboratório de Estudos do Meio Ambiente, UCSal. E-mail: martabrunoloureiro@yahoo.com.br (autora).

^{**} Doutora em Fitotecnia, Professora adjunto Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia (orientadora do trabalho, co-autora).

gasosas entre o embrião e o ambiente externo, e, em muitas espécies, a participação no processo de dispersão (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Durante a maturação, ocorrem alterações na permeabilidade do tegumento (BEWLEY & BLACK, 1994), podendo as sementes desenvolverem um tegumento com elevado grau de impermeabilidade, caracterizando, então, a dormência por impermeabilidade do tegumento (LORENZI, 2000).

A dormência causada por fatores inerentes ao tegumento da semente pode ser superada pela escarificação, termo que se aplica a qualquer tratamento que provoque a ruptura ou o enfraquecimento do tegumento, de modo a permitir a absorção de água e consequentemente a germinação (EIRA et al., 1993).

Na natureza, o processo de escarificação é realizado por microrganismos presentes no solo, pelo contato das sementes com as partículas do solo, pela amplitude diária de temperaturas e pela passagem das sementes pelo trato digestivo de pássaros e outros animais (MAYER & POLJAKKOFF-MAYBER, 1982; VASQUES-YANES & OROSCO SEGOVIA, 1993; BASKIN & BASKIN, 2000; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Em laboratório, alguns métodos de escarificação são utilizados para superar a dormência de sementes, as técnicas utilizadas envolvem processos físicos, mecânicos ou químicos que consistem em provocar pequenas fissuras na superfície do tegumento, permitindo, desta forma, a entrada e saída de água e gases das sementes, sem, no entanto, causar perdas de vigor e viabilidade das sementes (EIRA et al., 1993; NETTO, 1994; SANTAREM & ÁQUILA, 1995; ANDRADE et al., 1997; LOPES et al., 1998; BERTALOT & NAKAGAWA, 1998; JELLER & PEREZ, 1999; NASCIMENTO & OLIVEIRA, 1999; ALVES et al., 2000).

A correta avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes pode ser dificultada pela existência da dormência, pois os testes de germinação conduzidos com espécies que apresentem dormência podem permitir a interpretação incorreta dos resultados (ZAIDAN & BARBEDO, 2004).

Portanto, ensaios realizados a fim de avaliar o grau de dormência de sementes de determinada espécie, bem como o ajuste de métodos para superação desta dormência, são de significativa relevância, pois permitiram predizer o comportamento das sementes após a semeadura em campo.

Apuleia leiocarpa (Vog.) Macbr. é uma leguminosa arbórea pertencente à sub-família caesalpinoideae, característica da Floresta Pluvial Atlântica, que apresenta ampla dispersão na América do Sul, ocorrendo desde alguns estados do Nordeste brasileiro até o Rio Grande do Sul, estendendo-se ao leste do Paraguai e à Província Misiones na Argentina.

Esta espécie tem sido valorizada, pois sua madeira possui múltiplos usos, devido às suas propriedades mecânicas e elevada durabilidade natural, sendo utilizada principalmente na construção civil externa e interna, na marcenaria, na cutelaria e como matéria-prima para estacas, vigas, postes, tacos, dormentes, caibros e outros (LORENZI, 2000). Além disso, devido à alta concentração de tanino na casca (24 %) também tem sido aproveitada na indústria de curtume (REITZ et al., 1983). RUPPELT et al. (1991) verificaram atividade anti-inflamatória e anti-ofídica em extrato de folhas secas e frescas e MUÑOZ et al. (2000), avaliando atividades fitoterápicas para cura dos sintomas da malária, também obtiveram resultados favoráveis com a espécie.

Esta leguminosa, conhecida popularmente como garapa, vem sendo extraída de forma maciça, e suas populações naturais estão sofrendo diminuição significativa (NICOLOSO et al., 1997; LELES et al., 1998; NICOLOSO et al., 2000). No entanto, não tem sido incluída nos programas de revegetação e de manejo de espécies florestais tropicais, pois apresenta crescimento lento, dificuldades para germinar e desuniformidade do estande de plântulas, devido à dormência tegumentar constatada em trabalhos realizados por NICOLOSO et al. (1997) e Loureiro et al (2002).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo consistiu em avaliar a impermeabilidade do tegumento de sementes de *Apuleia leiocarpa* que sofreram ou não tratamentos para superação de dormência, comparando-se três lotes coletados em diferentes anos de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes para o desenvolvimento do estudo em questão foram coletadas de indivíduos maduros em fase de reprodução pertencentes a uma população localizada na Reserva Biológica do Tinguá (REBIO Tinguá).

A REBIO Tinguá está localizada no estado do Rio de Janeiro, abrangendo parte dos municípios de Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Petrópolis, Miguel Pereira e Vassouras. A vegetação desta unidade de conservação é representativa do ecossistema de Mata Atlântica, apresentando esta unidade remanescentes ainda intactos desta formação (IBAMA, 2000). Os solos que ocorrem na região são do tipo cambissolo, latossolo vermelho-amarelo, vermelho-escuro distrófico e podzólico vermelho-amarelo distrófico (IBAMA, 2000). A média das temperaturas na região varia de 15,7 a 27,7 °C, com a ocorrência de um a dois meses secos ao ano e a precipitação pluvial máxima ocorrendo nos meses de dezembro e março, correspondendo este padrão ao clima tipo Am, segundo a classificação de KÖPPEN (1948).

As coletas foram realizadas no mês de dezembro nos anos de 2001, 2002 e 2003, constituindo assim três lotes distintos, denominados respectivamente de lote 1, lote 2 e lote 3. Os lotes foram armazenados por 29, 17 e 5 meses, respectivamente, em embalagens semipermeáveis (sacos de polietileno com 0,08 cm de espessura) sob câmara seca (18°C e 50 % de U.R.) até a instalação dos testes. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RJ).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial, 3 (lotes) x 7 (períodos de embebição) x 2 (métodos de escarificação) com quatro repetições.

Para a condução dos ensaios, sub-amostras de 25 sementes sofreram ou não escarificação com H₂SO₄ concentrado por 20 minutos e foram acondicionadas em caixas plásticas tipo gerbox, entre duas camadas de três folhas de papel germitest, umedecidas com água esterilizada em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato e mantidas em estufa tipo B.O.D. sob a temperatura de 30°C e oito horas de luz por 0, 1, 6, 24, 48, 72 e 96 horas. Após cada período de embebição, as sementes foram retiradas da caixa tipo gerbox, submetidas a secagem da superfície com auxílio de papel de filtro e pesadas em balança de precisão, visando determinar a massa das sementes. Com base no teor de água inicial e nos dados obtidos após cada período de embebição, foi elaborada a curva de embebição.

Para a escarificação das sementes, as sub-amostras provenientes dos três lotes foram imersas em ácido sulfúrico concentrado em volume suficiente para cobrir a superfície das sementes durante 20 minutos. Posteriormente, estas foram lavadas com água esterilizada por cinco vezes, para a retirada de resíduos do ácido e secas com papel de filtro para retirar o excesso de água da superfície do tegumento, de acordo com as recomendações de LOUREIRO (2005).

O teor de água das sementes foi determinado utilizando-se o método da estufa 105 ± 3°C por 24 horas (BRASIL, 1992). Os resultados foram apresentados em porcentagem de água das sementes.

Os dados foram submetidos a análise de variância. Primeiramente, foram feitos os testes de Lilliefors (para verificação da normalidade dos erros) e Cochran e Bartlett (para verificação da homogeneidade dos erros), conforme RIBEIRO JUNIOR (2001). Posteriormente, foi realizada a análise de regressão (GOMES, 1966).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 1, 2 e 3 estão apresentados os resultados da análise de variância para teor de água de sementes dos lotes 1, 2 e 3. Pôde-se constatar que não houve diferença significativa entre os lotes em função da escarificação.

O modelo que melhor se ajustou ao padrão de embebição observado nas sementes dos dois tratamentos foi o quadrático, apresentando coeficientes de determinação elevados. As curvas representativas dos modelos e as equações polinomiais estão apresentados na Figura 1.

Tanto as sementes escarificadas quanto as não escarificadas apresentaram apenas as fases I e II da curva de embebição proposta por BEWLEY & BLACK (1978). A fase I ocorreu lentamente, levando cerca de 24 horas, e a fase II, na qual as sementes absorvem água mais lentamente, pôde ser observada até as 96 horas, sendo que, esta fase pode ser identificada pela pequena variação observada no teor de água das sementes durante este período, mantendo-se os valores praticamente constantes (Figura 1).

O teor de água inicial das sementes não escarificadas foi em média 12% e das escarificadas 36 %, esta variação pode ser atribuída à escarificação, pois após este procedimento as sementes passam por sucessivas lavagens, o que poderia ter influenciado nos valores obtidos para teor de água.

Na figura 1 pode-se verificar que as sementes não escarificadas também absorveram água, no entanto, em menor quantidade, passando de 12 para 52 % de teor de água, devido à variação no grau de impermeabilidade do tegumento (SOUZA et al.,1994; BIANCHETTI et al.,1995 e NICOLOSO et al.,1997). Segundo ESAU (2000), a testa das sementes de alguns gêneros da família Leguminosae é impermeável à água e ao oxigênio, apresentando como barreiras uma epiderme em palçada, e a presença de uma linha lúcida.

De acordo com LOUREIRO (2005), o tegumento das sementes de *Apuleia leiocarpa* apresenta barreiras físicas e químicas que dificultam a absorção de água, inclusive a presença de duas linhas lúcidas, reforçando ainda mais as barreiras físicas. No entanto, estas barreiras não tornam o tegumento totalmente impermeável. Este fato pode ser comprovado pelas curvas de embebição representadas na figura 1, pois mesmo as sementes que não passaram pelo tratamento de escarificação embeberam.

Parte desta característica pode ser atribuída à carga genética e parte pelas condições ambientais ocorridas na maturação e no armazenamento. Esta variação no grau de impermeabilidade do tegumento entre sementes de uma mesma espécie tem grande importância ecológica, pois distribui a germinação no tempo, diminuindo as chances de se perder toda uma safra devido a condições ambientais desfavoráveis (LABORIAU, 1993).

Já as sementes que passaram por escarificação química apresentaram teor de água inicial em torno de 36 % e final de 76%, ou seja, 24 % a mais de água no final da avaliação quando comparadas às não escarificadas (Figura 1 b). Portanto, pôde-se constatar que para alcançar teor de água adequado para dar continuidade ao processo de germinação, as sementes de *Apuleia leiocarpa* necessitam passar por tratamentos para superação da dormência.

Quadro 1- Resumo da análise de variância para a embebição de sementes de *A. leiocarpa*, coletadas nos anos de 2001, 2002 e 2003, após 0, 6, 24, 48, 72 e 96 horas.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio
Lote (L)	2	2103,396**
Período de embebição (PE)	6	6457,504**
Escarificação (E)	1	21250,830**
Lote x Período de embebição	12	160,3972***
Lote x Escarificação	2	77,9792 ns
Período de embebição x Escarificação	6	1145,714**
PE x L x E.	12	528,5712**
Erro		33,2150
C.V.		12,608

*** significativo à 0,001%, ** significativo à 1%, * significativo à 5%, ns – não significativo

Quadro 2- Resumo da análise de variância da regressão e significância dos modelos testados para teor de água das sementes *A. leiocarpa*, sem escarificação, pertencentes a três lotes (2001, 2002 e 2003), em função dos períodos de embebição.

Fontes de variação	Modelo	GL	SM	2001	SM	2002	SM	2003
				QM		QM		QM
Devido à regressão	Quadrático*	2	***	2859,521*	***	1894,297*	***	5337,299*
	*			**		**		**
Independente		25		47,495		4,543		100, 249

*** significativo à 0,001%, ** significativo à 1%, * significativo à 5%, ns – não significativo

Quadro 3- Resumo da análise de variância da regressão e significância dos modelos testados para teor de água das sementes *A. leiocarpa*, submetidas a escarificação, pertencentes a três lotes (2001, 2002 e 2003), em função dos períodos de embebição.

Fontes de variação	Modelo	GL	SM	2001	SM	2002	SM	2003
				QM		QM		QM
Devido à regressão	Quadrático**	2	**	3370,433*	**	2373,060*	***	3535,313*
				**		**		**
Independente		25		55,099		46,355		78,960

*** significativo à 0,001%, ** significativo à 1%, * significativo à 5%, ns – não significativo

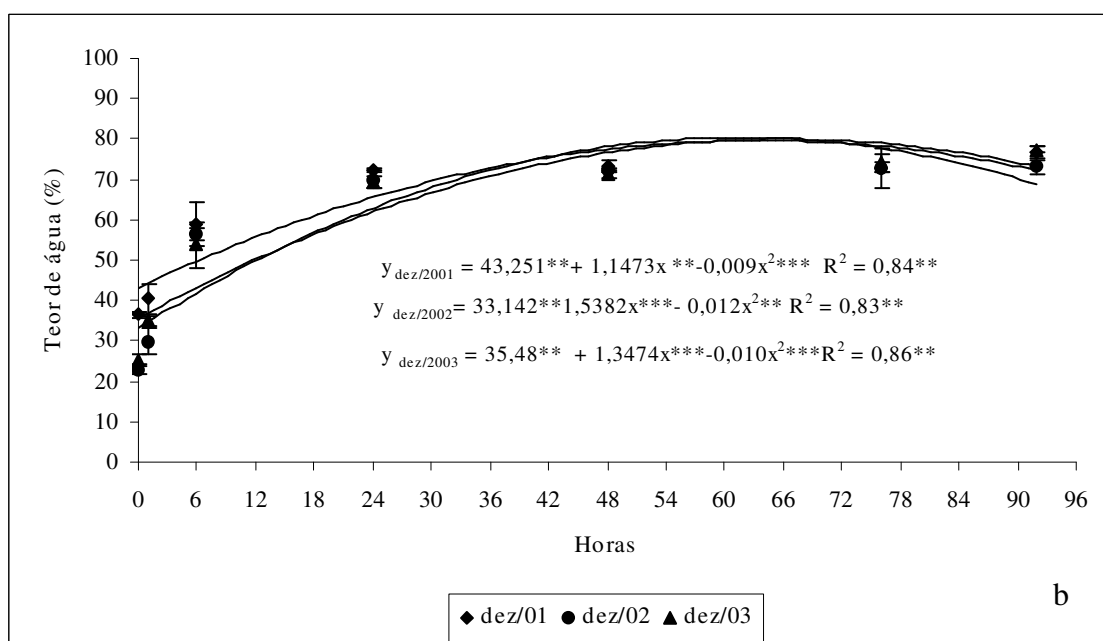
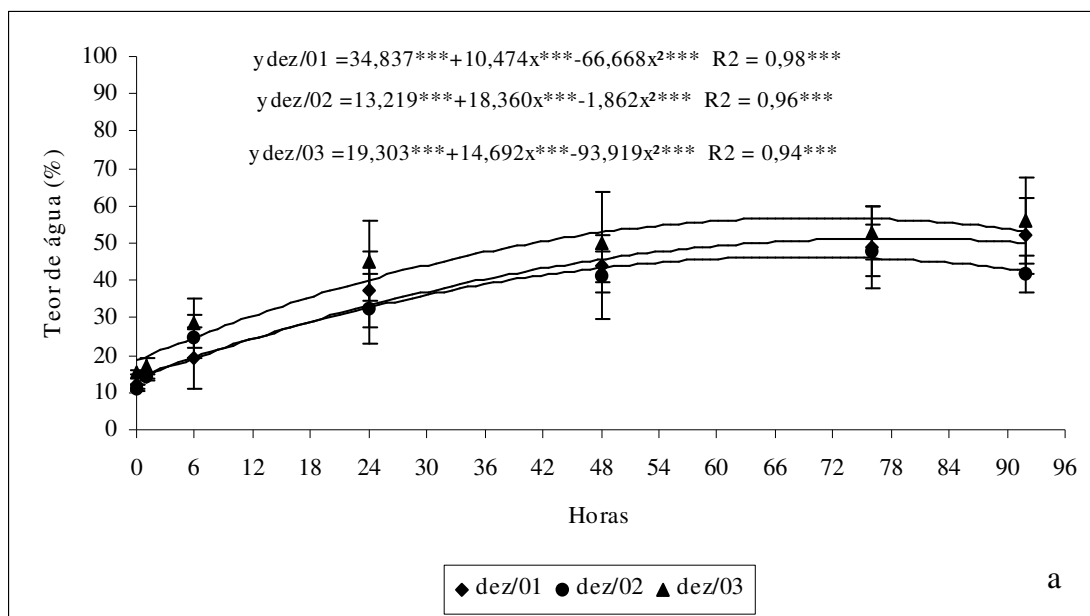


Figura 1 - Teor de água de sementes de *A. leiocarpa*, de três lotes (dez/01, dez/ 02 e dez/ 03) sem escarificação (a) e com escarificação (b), em função do período de embebição.

CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- Houve variação no grau de impermeabilidade do tegumento de sementes de *Apuleia leiocarpa* provenientes de um mesmo lote, provavelmente em função das variações tanto genéticas, que ocorrem em populações naturais, quanto climáticas.

- Sementes de *Apuleia leiocarpa* que não passaram por tratamentos para superação da dormência não absorveram água em quantidade suficiente para dar continuidade ao processo de germinação;
- Houve variação no grau de impermeabilidade do tegumento de sementes em função do lote.

REFERÊNCIAS

- 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**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 139-144, 2000.
- BASKIN, J.M.; BASKIN C.C. Evolutionary considerations of claims for physical dormancy-break by microbial action and abrasion by soil particles. **Seed Science Research**, London, v. 10, p. 409-413, 2000.
- BERTALOT, M.J.A.; NAKAGAWA, J. Superação de dormência em sementes de *Leucaena diversifolia* (Schlecht.) Benth. K 156. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n.1, p. 39-42, 1998
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. Berlim: Springer-Verlag, v.1, 1978. 540 p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994, 445 p.
- BIANCHETTI, A.; MARTINS, E.G.; FOWLER, J.A.P.; RAMOS, A.; ALVES, V.F. Tratamentos pré-germinativos para sementes de Grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Comunicado Técnico. EMBRAPA** - Centro Nacional de Pesquisas de Florestas, Colombo, PR, n. 2, 1p., 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.
- 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**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 15^a ed., 2000, 293 p.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1966, 404 p..
- JELLER, H. ; PEREZ, S.C.J.G.A. Estudo da superação da dormência e da temperatura em sementes de *Cassia excelsa* Schrad. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 32-40, 1999.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: com un estudio de los climas de la tierra**. México, Ed. Fondo de Cultura econômica, 1948, 478 p.
- LABORIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Série de Biologia. Secretaria geral dos estados americanos. Washington, 1993, 175p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2000, 368p.

LELES, P.S. dos S.; CARNEIRO, J.G. de A.; BARROSO, D.G. Comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.

LOPES, J.C.; CAPUCHO, M.T.; KROHLING, B.; ZANOTTI, P. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. Var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar dormência. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 20, n. 1, p. 80-86, 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2000, 368p.

LOUREIRO, M.B.; ROSSETTO, C.A.V. Superação de dormência em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride – garapa (Leguminosae-caesalpinoideae). In: 53º Congresso Nacional de Botânica, Recife, v. único, p. 270, 2002.

LOUREIRO, M.B. **Conservação de Sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. - Garapa (Leguminosae-Caesalpinoideae)**. 2005. 140 f., Tese (Doutorado em Fitotecnia), UFRRJ, Seropédica, RJ.

MAYER, A.C.; POLJAKOFF-MAYBER. **The germination of seeds**. London, Pergaman-Press, 1982, 192 p.

MUÑOZ, V; SAUVAIN, M; BOURDY, G; CALLAPA, J; BERGERON, S; ROJAS, I; BRAVO, J A; BALDERRAMA, L; ORTIZ, B; GIMENEZ, A; DEHARO, E. A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach. Part I. Evaluation of the antimalarial activity of plants used by the Chacobo Indians **Journal of Ethnopharmacology**, v. 69, n. 2, p. 127-37, 2000.

NASCIMENTO, M.do P.S.C.B.; OLIVEIRA, M.E.A. Quebra de dormência de quatro leguminosas arbóreas. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 129-137, 1999.

NICOLOSO, F.T.; GARLET, A. ZANCHETTI, F.; SEBEM, E. Efeito de métodos de escarificação na superação de dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento de Grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n. 3, p. 419-424, 1997

NICOLOSO, F.N.; FOGAÇA, M.A.F.; ZANCHETTI, F. Nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*) em argissolo vermelho distrófico. 1 Efeito da adubação NPK. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1-8, 2001.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SOUZA, F.H.D.; MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4. p. 1-16, 2001.

RUPPELT, B M; PEREIRA, E F; GONÇALVES, L C; PEREIRA, N A Pharmacological screening of plants recommended by folk medicine as anti-snake venom--I. Analgesic and anti-inflammatory activities **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 86, suplemento 2, p. 203-205, 1991.

SOUZA, L.A.G.; VARELA, V.P.; BATALHA, L.F.P. Tratamentos pré-germinativos em sementes florestais da Amazônia: VI – Muirajuba *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride var. *molaris* Spr. Ex Benth. (Leguminosae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 24, n.1/2, p. 81-90, 1994.

SOUZA, F.H.D.; MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4. p. 1-16, 2001.

VAZQUES-YANES, C.; OROSCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.24, p.69-87, 1993.

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