

**VARIABILIDADE NA DORMÊNCIA RELATIVA DOS DIÁSPOROS DE
Lithraea molleoides (Vell.) Eng.¹**

VARIABILITY IN THEIR RELATIVE DORMANCY OF *Lithraea molleoides* (Vell.)
Eng. DIASPORES

Ana Paula de Aguiar Berger² Marli A. Ranal³ Denise Garcia de Santana⁴

RESUMO

A grande diversidade na morfologia dos diásporos da família Anacardiaceae repercute nos processos de germinação e emergência e gera comportamento diferenciado entre as espécies. Dentro dessa família há algumas espécies que apresentam dormência física, outras mecânica, algumas que não exibem dormência e há também espécies cuja informação não está explícita na literatura disponível. *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. é uma das espécies que hoje se encontra em posição duvidosa quanto à dormência. Em razão disso, objetivou-se avaliar o processo de germinação e emergência de plântulas provenientes de diásporos da espécie, coletados no Vale do Rio Araguari, MG, bem como quantificar a variabilidade na intensidade da dormência existente entre diferentes indivíduos da população. Os diásporos foram coletados em outubro e novembro de 2004 e 2005, a partir de seis matrizes, sendo instalados dois experimentos, o de germinação, montado sob condições controladas, e outro de emergência, em estufa semiaberta. A coleta dos dados foi realizada a cada 24 horas, observando-se a protrusão do embrião no experimento montado em laboratório e a emergência do hipocótilo da plântula acima do substrato no experimento mantido em estufa. Em ambos os experimentos, os diásporos oriundos da matriz de número dois se destacaram em alguma medida, tendo qualidade fisiológica superior em relação aos demais (tempo médio entre 4 e 22 dias; velocidade média entre 0,042 e 0,0217 dias⁻¹; incerteza entre 1,62 e 3,5 bits e sincronia entre 0,04 e 0,381). Os altos valores de incerteza e os baixos valores de sincronia indicam que os processos de germinação e emergência de plântulas de *L. molleoides* são espalhados no tempo, o que permite caracterizá-los como portadores de dormência relativa, embora sua intensidade seja variável entre indivíduos de uma mesma população. Probabilidades baixas, porém, não nulas para germinar ou emergir, mesmo aos 150 e 60 dias após a semeadura, respectivamente, revelam a capacidade de sobrevivência temporal dos diásporos da espécie e reforçam a presença de dormência relativa.

Palavras-chave: Anacardiaceae; análise de sobrevivência; aroeira-branca.

ABSTRACT

The large diversity of Anacardiaceae diaspores morphology has a notable repercussion in the processes of germination and emergence besides generating a differentiated behavior among the species. In this family, there are some species that present physical dormancy, some others present mechanical dormancy, others present no dormancy at all and some of them have no information detailed in the available literature. *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. is one of the species which little is known regarding to dormancy. Therefore, the objective was to evaluate the germination and the emergence processes of seedlings from diaspores of this species collected in Araguari river valley, in the state of Minas Gerais, as well as to quantify

1 Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor

2 Bióloga, Msc, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Av. Amazonas, s/n, Campus Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia (MG), Brasil. anapaula.berger@gmail.com

3 Bióloga, Dr^a., Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Av. Amazonas, s/n, Campus Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia (MG), Brasil. ranal@ufu.br

4 Engenheira Agrônoma, Dr^a., Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Av. Amazonas, s/n, Campus Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia (MG), Brasil. dgsantana@umuarama.ufu.br

the variability of dormancy intensity present among different individuals of the population. The diaspores were collected in October and November of 2004 and 2005, from six matrixes. Two experiments were set up. The germination experiment was conducted under controlled conditions and the emergence experiment was conducted in a semi-open greenhouse. Data was collected every 24 hours, up serving the protrusion of the embryo in the experiment setup in the laboratory, and the emergence of the hypocotyl of the seedling above the substrate in the experiment kept in the greenhouse. In both experiments, the diaspores originated from plant number two were more notable to some extent, having superior physiological quality compared to the others (average time between 4 and 22 days; average speeds between 0.042 and 0.0217 days⁻¹; uncertainty between 1.62 and 3.5 bits and synchrony between 0.04 and 0.381). The high uncertainty values and the low synchrony values indicate that the germination and emergence processes of the *Lithraea molleoides* seedlings are spread in time, which allows us to characterize them as bearers of relative dormancy, although its intensity is variable among individuals of the same population. Low probabilities, however not null, to germinate or emerge even after 150 and 60 days after sowing, respectively, showing the temporal survival capacity of the diaspores of the species and reinforce the presence of relative dormancy.

Keywords: Anacardiaceae; survival analysis; white pepper tree.

INTRODUÇÃO

Lithraea molleoides (Vell.) Eng. é uma espécie dioica (PIRANI, 1987), arbórea, pertencente à família Anacardiaceae, tribo Rhoeeae (MITCHELL e MORI, 1987), conhecida popularmente como aroeira-branca (BA, MG, PR, RS e SC), sendo fornecedora de madeira dura, compacta e pouco elástica; pioneira, secundária inicial ou climácica exigente em luz, dependendo do ambiente; perenifólia e heliófila, apresentando grande potencial de uso em programas de reflorestamento (CARVALHO, 2006). Segundo o autor, suas principais áreas de ocorrência encontram-se nos estados da região nordeste, sudeste, centro-oeste e sul do Brasil, além de ocorrer no centro-norte da Argentina, no sudeste da Bolívia, no Paraguai e no norte do Uruguai. A época de floração ocorre de julho a outubro e a maturação dos seus diásporos de outubro a março (CARVALHO, 2006), com a dispersão feita por animais (RESSEL et al., 2004). Seus diásporos são do tipo drupa, com mesocarpo formado por células parenquimáticas, idioblastos taníferos e canais secretores associados a feixes vasculares e endocarpo do tipo *Anacardium* (WANNAN e QUINN, 1990), formado por quatro camadas, a externa sendo cristalífera e três internas formadas por esclereídes regularmente arranjados em paliçada (CARMELLO-GUERREIRO e PAOLI, 2005).

Dentro dessa família há algumas espécies que apresentam diásporos com dormência física, como *Astronium fraxinifolium* Schott, *Anacardium occidentale* L., *Dracontomelum mangiferum* Bl., *Spondias pinnata* Kurz, *Spondias purpurea* L., *Spondias raldkoferi* Donn. Snn., *Rhus aromatica*

Ait., *Rhus glabra* L., *Rhus javanica* L., *Rhus trilobata* Nutt. e *Rhus typhina* L. (LI et al., 1999a, b; BASKIN e BASKIN, 2001). Outras apresentam diásporos com dormência mecânica, como *Spondias mombin* L. (AZEVEDO et al., 2004), havendo algumas que não apresentam dormência, como *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (DORNELES et al., 2005). Há ainda espécies cuja informação não está explícita na literatura disponível e os autores não fornecem dados sobre tempo, velocidade ou sincronia, medidas de germinação que são indicadas para mostrar se as sementes apresentam germinação lenta e espalhada no tempo, típica das dormentes. Dentre essas espécies estão *Astronium fraxinifolium* (SOUSA-SILVA et al., 2001), *Spondias tuberosa* Arr. (COSTA et al., 2001; SOUZA et al., 2005), *Schinus terebinthifolius* Raddi (BARBOSA et al., 1997) e *Tapirira guianensis* Aubl. (SILVA e DURIGAN, 1991; SOUSA-SILVA et al., 2001). Núculas de *Anacardium humile* A. St.-Hil., que apresentam percentual de emergência entre 70 e 76%, têm emergência com tempo médio superior a 16 dias, mesmo quando escarificadas e lavadas (CARVALHO et al., 2005). Esses resultados podem ser indicativos da presença de dormência tegumentar para a espécie, podendo ela ser do tipo física, mecânica, química ou a combinação dessas.

Dentro dessa família há grande diversidade na morfologia dos diásporos (BARROSO et al., 1999; CARMELLO-GUERREIRO e PAOLI, 1999, 2000), o que acarreta diversidade na resposta quanto ao processo de germinação e intensidade da dormência. Em função disso, objetivou-se avaliar o processo de germinação e emergência de plântulas provenientes de diásporos de

Lithraea molleoides ocorrentes nas cidades de Uberlândia e Araguari, ambas em Minas Gerais, no Vale do Rio Araguari. Além disso, nos projetos de recomposição e conservação ambientais, a manutenção da variabilidade intraespecífica é essencial para evitar a erosão genética das espécies e, nesse sentido, também foi objetivo quantificar a variabilidade na dormência existente entre diferentes indivíduos da população, a partir dos processos de germinação e emergência.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta, beneficiamento e teor de água

A coleta foi feita a partir de seis indivíduos localizados no Vale do Rio Araguari, entre os municípios de Araguari e Uberlândia, MG; distantes entre si de 40 m a 7,9 km. As coordenadas geográficas, local e data de coleta, bem como as características dos indivíduos produtores estão apresentadas na Tabela 1. A região é caracterizada pelo tipo climático Aw, segundo o sistema de Köppen (MORENO, 1948), apresentando inverno seco de abril a setembro e verão chuvoso de outubro a março (SCHIAVINI, 1992; RANAL, 2003), sendo os limites entre as estações incertos, dependendo do ano. Os diásporos foram coletados entre o término

da estação seca e o início da estação chuvosa, sendo os dos indivíduos 2 a 6 coletados em dias de chuva.

Logo após a coleta, os diásporos foram beneficiados manualmente, retirando-se os frutos imaturos, mal formados e o epicarpo. Posteriormente, foi avaliado o teor de água e instalados os experimentos de germinação e emergência. Para a determinação do teor de água foram avaliadas oito amostras de 70 diásporos dos três primeiros indivíduos coletados, secos a 70 e 105 °C até massa constante. O teor de água foi calculado com base na matéria seca.

Germinação de diásporos e emergência de plântulas

Diásporos recém-colhidos, oriundos dos indivíduos 1 a 6, foram utilizados para a instalação dos experimentos. A semeadura em condições de laboratório foi feita em caixas do tipo *gerbox*, sobre 128 cm³ de vermiculita expandida, com volume de expansão de 0,1 m³, umedecida com 65 mL de água destilada. O experimento foi mantido em câmara de germinação (Seedburo Equipment Company, modelo MPG-2000), sob luz branca fluorescente contínua, com irradiância média de 13,16 ± 6,62 μmol m⁻² s⁻¹, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 diásporos

TABELA 1: Data de coleta dos diásporos de *Lithraea molleoides* Vell. (Eng.) ocorrentes em Uberlândia e Araguari, MG no Vale do Rio Araguari, MG; local de coleta; circunferência a altura do peito (CAP), altura e coordenadas geográficas das plantas-mãe (indivíduo produtor).

TABLE 1: Collection date of the diaspores of *Lithraea molleoides* Vell. (Eng.) occurring in Uberlândia and Araguari, in Araguari River Valley, Minas Gerais state; collection place; circumference height at breast, height and geographical coordinates of mother plants (producer subject).

Indivíduo	Data de Coleta	Local	CAP (m)	Altura (m)	Coordenadas Geográficas
1	29/10/2004	Araguari	0,79	4,0	UTM 0804712/7919684 18°47'31,9" S e 48°06'33,8" W
2	29/10/2004	Araguari	0,8	8,0	UTM 0804540/7919426 18°47'40,4" S e 48°06'39,4" W
3	29/10/2004	Araguari	0,19	2,5	UTM 0804486/7919251 18°47'46,6" S e 48°06'41,2" W
4	11/11/2004	Uberlândia	0,21	4,0	UTM 0798452/7914896 18°50'18" S e 48°10'08" W
5	11/11/2004	Uberlândia	0,61 + 0,55	6,0	UTM 0798424/7914863 18°50'20" S e 48°10'10" W
6	11/11/2004	Uberlândia	0,14 + 0,11 + 0,14	2,0	UTM 0798330/7918554 18°50'21" S e 48°10'15" W

Em que: UTM = Universal Transverse Mercator.

para cada um dos indivíduos analisados. Durante a condução do experimento, a temperatura média das mínimas e máximas ficou entre $25,5 \pm 0,18$ e $26,0 \pm 0,18$ °C (média \pm desvio padrão).

Para avaliar a emergência de plântulas, foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido contendo vermiculita expandida e substrato comercial (1:1), semeando-se os diásporos a 1 cm de profundidade, mantidos com irrigação diária. O experimento foi montado em blocos casualizados, em estufa coberta com tela de nylon preta, com redução de 50% na luminosidade, com quatro repetições de 50 diásporos por indivíduo avaliado. A temperatura média das mínimas e máximas durante o período experimental se manteve entre $20,3 \pm 1,8$ e $28,7 \pm 2,6$ °C, respectivamente (média \pm desvio padrão) e a irradiância média foi de $114,82 \pm 8,36 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Coleta de dados e características analisadas

A coleta de dados foi realizada a cada 24 horas, observando-se a protrusão do embrião para os experimentos de germinação e a emissão do hipocótilo acima do substrato para os experimentos de emergência. Com os dados coletados foram calculados a porcentagem de germinação ou

emergência, o tempo médio de germinação ou emergência (LABOURIAU, 1983), o coeficiente de variação do tempo (RANAL e SANTANA, 2006), a velocidade média de germinação ou emergência (LABOURIAU, 1970), a velocidade de germinação ou emergência (MAGUIRE, 1962), a incerteza (LABOURIAU e VALADARES, 1976) e a sincronia dos processos de germinação e emergência (PRIMACK, 1980; RANAL e SANTANA, 2006).

Análise estatística

Aos dados obtidos foram aplicados os testes de Shapiro-Wilk para a normalidade dos resíduos da ANOVA e de Levene para a homogeneidade entre as variâncias. Quando os dados atenderam a essas duas pressuposições da estatística paramétrica, aplicou-se a análise da variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey para comparação de médias, a 0,05 de significância; caso contrário, utilizou-se a estatística não paramétrica, com o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn para as medidas de germinação, ou de Friedman para as medidas de emergência, também a 0,05 de significância. Para o estudo da distribuição da germinação e da emergência ao longo do tempo foram construídos gráficos de distribuição de frequência relativa para todos os

TABELA 2: Germinação de diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. coletados em Uberlândia e Araguari, MG no Vale do Rio Araguari, MG, em 2004.

TABLE 2: Germination of diaspores of *Lithraea molleoides* Vell. (Eng.) collected in Uberlândia and Araguari, in Araguari River Valley, Minas Gerais State in 2004.

Indivíduo	<i>G</i> (%)	\bar{t} (dia)	CV_t	\bar{v} (dia ⁻¹)	<i>VE</i> (diásp.dia ⁻¹)	<i>I</i> (bit)	<i>Z</i>
1	79,5 ab	118,81 d	31,51 a	0,0084 c	0,47 c	5,04 cd	0,0077 bc
2	81,0 ab	12,49 a	79,50 bc	0,0839 a	4,83 a	3,19 a	0,1414 a
3	81,5 ab	26,23 a	87,43 c	0,0390 ab	2,71 ab	4,34 b	0,0387 ab
4	71,00 b	81,14 bc	67,73 bc	0,0124 ab	1,01 bc	4,98 cd	0,0048 c
5	87,5 a	88,39 c	50,50 b	0,0114 bc	0,92 bc	5,13 d	0,0065 bc
6	70,5 b	67,11 b	81,65 bc	0,0151abc	1,42 abc	4,77 c	0,0124 abc
W	0,921	0,969	0,912	0,767	0,872	0,980	0,872
¹ F	1,168	2,388	4,036	8,600	40,975	4,003	3,397
² F	5,887	133,682					
H			9,382	21,560	21,850	83,341	19,970

Em que: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelos testes de Tukey ou Dunn a 0,05 de significância. *G* = germinabilidade; \bar{t} = tempo médio de germinação; CV_t = coeficiente de variação do tempo; \bar{v} = velocidade média de germinação, *VE* = velocidade de germinação de Maguire; *I* = incerteza; *Z* = sincronia; *W* = estatística do teste de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos da ANOVA; valores em negrito indicam que os resíduos seguem distribuição normal ($P > 0,05$). ¹F = estatística do teste de Levene; valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias ($P > 0,05$). ²F = estatística do teste de Snedecor; *H* = estatística do teste de Kruskal-Wallis.

indivíduos. Para avaliar a probabilidade de germinar ou emergir, modelos de análise de sobrevivência (KLEIN e MOESCHBERGER, 1997) foram construídos para os mesmos indivíduos. Diferente das distribuições de frequência, esses modelos levaram em consideração a censura, ou seja, os tempos nos quais a germinação e a emergência não ocorreram, assim como o encerramento dos testes antes da última ocorrência. As comparações entre os indivíduos em relação às probabilidades foram feitas aos 60 dias para a germinação dos diásporos e aos 150 dias para a emergência das plântulas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de germinação foram registradas diferenças significativas para todas as medidas analisadas (Tabela 2). Mesmo com germinabilidades superiores a 70% para diásporos de todos os indivíduos, a diferença entre o maior e o menor tempo médio atingiu cerca de 100 dias. Diásporos dos indivíduos 1 a 3 e 5 alcançaram as maiores germinabilidades; os menores tempos médios foram alcançados pelos diásporos dos indivíduos 2 e 3 e o maior tempo pelos diásporos do indivíduo 1. Apesar dos diásporos dessa última matriz terem germinação lenta, a distribuição da germinação em

torno do tempo médio foi mais homogênea (menor valor de CV_t) em relação aos dos demais indivíduos estudados. Os diásporos do indivíduo 2 germinaram com maior velocidade (\bar{v} e VE), menor incerteza e maior sincronia.

No teste de emergência utilizando-se diásporos dos mesmos indivíduos, não foram registradas diferenças significativas para a porcentagem e velocidade de emergência de Maguire (Tabela 3). As plântulas oriundas dos diásporos do indivíduo 2 emergiram em menor tempo, com maior velocidade, menor incerteza e maior sincronia. A amplitude entre o maior e o menor tempo médio foi de cerca de 35 dias (Tabela 2), diferente dos 100 dias de amplitude obtidos no teste de germinação (Tabela 3). Diásporos do indivíduo 1 alcançaram maior homogeneidade no processo, resultado similar ao alcançado pelos diásporos desse indivíduo no teste de germinação. Os resultados obtidos em ambos os experimentos demonstraram que os diásporos coletados do indivíduo 2, o de maior porte dentre os estudados (Tabela 1), destacaram-se em maior número de características, tendo apresentado menor tempo, maior velocidade e sincronia nos processos de germinação e emergência (Tabelas 2 e 3).

Os coeficientes de variação do tempo,

TABELA 3: Emergência de plântulas de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. oriundas de diásporos coletados em Uberlândia e Araguari, MG no Vale do Rio Araguari, MG, em 2004.

TABLE 3: Seedling emergence of *Lithraea molleoides* Vell. (Eng.) originally from Uberlândia and Araguari, at Araguari River Valley, Minas Gerais state in 2004.

Indivíduo	E (%)	\bar{t} (dia)	CV_t	\bar{v} (dia ⁻¹)	VE (plântula. dia ⁻¹)	I (bit)	Z
1	78,5 a	39,92 c	28,36 a	0,0252 a	1,095 a	4,33 b	0,0350 ab
2	75,0 a	12,42 a	70,63 b	0,0832 a	3,760 a	2,77 a	0,1983 a
3	82,0 a	21,12 b	44,80 ab	0,0475 ab	2,370 a	4,09 b	0,0460 ab
4	63,5 a	42,16 cd	43,14 ab	0,0238 ab	0,998 a	4,22 b	0,0285 ab
5	76,5 a	47,97 d	40,16 ab	0,0210 b	1,031a	4,59 b	0,0219 b
6	66,0 a	48,24 d	50,67 ab	0,0207 b	1,003 a	4,50 b	0,0214 b
W	0,976	0,978	0,873	0,811	0,963	0,942	0,847
¹ F	1,755	1,292	4,294	6,493	8,135	1,824	5,665
² F	1,232	103,426	-	-	-	16,334	-
H	-	-	14,857	18,143	14,000	-	16,079

Em que: E = porcentagem de emergência; \bar{t} = tempo médio de emergência; CV_t = coeficiente de variação do tempo; \bar{v} = velocidade média de emergência; VE = velocidade de emergência de Maguire; I = incerteza; Z = sincronia; W = estatística do teste de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos da ANOVA; valores em negrito indicam que os resíduos seguem distribuição normal ($P > 0,05$); ¹F = estatística do teste de Levene; valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias ($P > 0,05$). ²F = estatística do teste de Snedecor; H = estatística do teste de Friedman. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelos testes de Tukey ou Friedman a 0,05 de significância.

embora distintos entre os indivíduos, foram superiores a 28%, indicando padrão de alta dispersão relativa em relação aos tempos médios de germinação e de emergência, dispersão também comprovada pelos baixos valores de sincronia.

Os menores teores de água foram registrados para os diásporos do indivíduo 3, sendo que a 105°C, independente do indivíduo, os teores de água foram maiores (Tabela 4).

TABELA 4: Teor de água dos diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. coletados em Araguari, MG no Vale do Rio Araguari, MG, em 2004.

TABLE 4: Water content in the diaspores of *Lithraea molleoides* Vell. (Eng.) collected in Araguari, in Araguari River Valley, Minas Gerais state in 2004.

Indivíduo	Temperatura (°C)	
	70	105
1	18,29 Aa	25,67 Ab
2	18,30 Aa	25,40 Ab
3	14,85 Ba	20,75 Bb

Em que: Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si, pelos testes de Mann-Whitney ($P > 0,05$) ou de Tukey, respectivamente ($P > 0,05$).

Considerando-se cada parcela de cada um dos experimentos realizados, verificou-se que o tempo para a primeira germinação e/ou emergência variou entre 5 e 7 dias, enquanto o tempo para a última germinação e/ou emergência esteve entre 114 e 238 dias. Os diásporos dos indivíduos 2 e 3 foram os mais sincrônicos quanto aos processos de germinação e emergência, em relação aos demais (Figuras 1 e 2). A emergência de plântulas foi mais sincronizada e com maiores frequências diárias do que a germinação (Figuras 1 e 2).

Probabilidades de germinação dos diásporos entre 0 e 50,79% aos 150 dias após a semeadura foram um dos indicativos da intensidade distinta da dormência dos diásporos (Figura 3), característica também registrada no processo de emergência, aos 60 dias após a semeadura (Figura 4). Diásporos dos indivíduos 2 e 3 na emergência e do indivíduo 2 na germinação foram os que menos mantiveram sua capacidade de germinar ou emergir, à medida que o tempo avançou, em oposição aos do indivíduo 6.

Os resultados obtidos no presente trabalho

possibilitam a abertura de duas grandes vertentes para o estudo de germinação. A primeira vertente inclui a importância de se estudar não só a germinabilidade e a porcentagem de emergência, mas também as demais medidas dos processos, pois assim é possível fazer inferências sobre dormência. A segunda está relacionada ao estudo individual das matrizes quanto à germinação e emergência, procedimento este até então não adotado pela maioria dos pesquisadores. A prática usual é o estudo da mistura de sementes produzidas por várias matrizes, técnica esta que pode retratar bem uma população quando as matrizes apresentam comportamento similar; caso contrário, as medidas do processo de germinação ou emergência podem ser subestimadas ou superestimadas.

Os altos valores de incerteza e os baixos valores de sincronia indicam que os processos de germinação dos diásporos e emergência das plântulas de *Lithraea molleoides* são espalhados no tempo, podendo-se incluir os diásporos dessa espécie como portadores de dormência relativa. Esse tipo de dormência, caracterizado pelo parcelamento da germinação ao longo do tempo, garante que pelo menos uma parte dos diásporos germine em condições favoráveis ao desenvolvimento posterior (LABOURIAU, 1983), mantendo-se a população no banco de diásporos do solo. Esse tipo de dormência parece ser o primeiro registro para a família, não por estar ausente, mas pelo fato da maior parte dos autores informar apenas a germinabilidade ou a porcentagem final de emergência. O contrário foi registrado para *Myracrodruon urundeuva*, pertencente à mesma família, e que também ocorre no Cerrado do Brasil central, com tempo médio entre 2,65 e 3,09 dias, incerteza entre 0,89 e 1,36 bits e sincronia entre 0,43 e 0,52 (DORNELES et al., 2005), demonstrando ausência de dormência.

O tempo médio é uma medida de tendência central, ponderada pelo número de diásporos que germinam ou plântulas que emergem. Para espécies com o processo de germinação ou emergência espalhado, como *Lithraea molleoides*, essa medida acaba não sendo útil. Neste caso, existem três alternativas para analisar melhor o tempo para a ocorrência desses processos. Uma delas pode ser a utilização dos tempos inicial e final, posto que representam a amplitude temporal dos processos; a segunda é a utilização da frequência relativa de germinação ou de emergência ao longo do tempo, pois essa retrata não só o tempo em que o processo ocorreu, mas a frequência de diásporos que

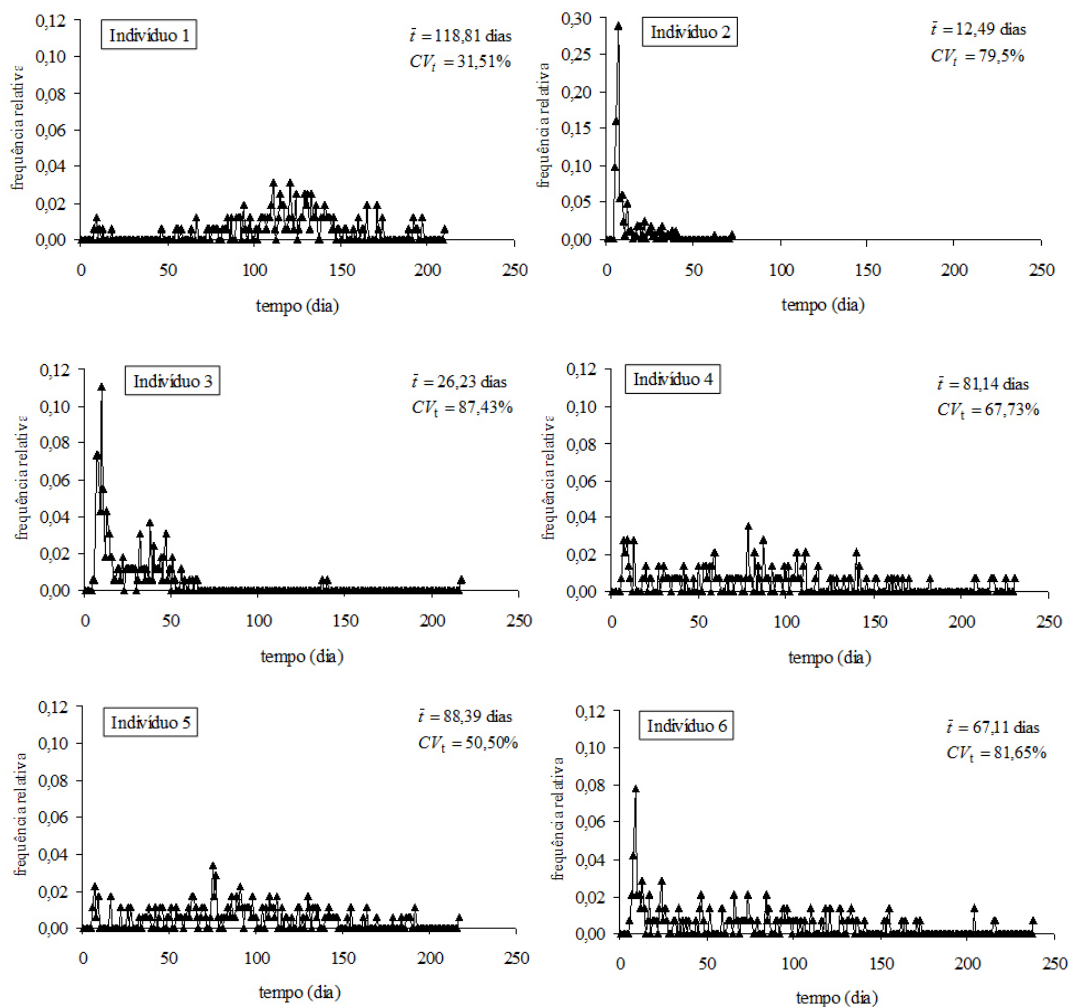


FIGURA 1: Frequência relativa de germinação de diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng., coletados em Uberlândia e Araguari, MG no Vale do Araguari, MG, em 2004.

FIGURE 1: Relative frequency of germination of diaspores of *Lithraea molleoides* Vell. (Eng.) collected in Uberlândia and Araguari, in Araguari River Valley, Minas Gerais state in 2004.

germinou ou de plântulas que emergiu; e a terceira pela análise de sobrevivência, que determina a probabilidade de um diásporo germinar ou emergir num intervalo de tempo específico, baseado no histórico de germinação ou emergência em tempos anteriores.

Há vários registros de dormência para a família Anacardiaceae (SOUSA e LIMA, 1982; OLIVEIRA, 1993; SOUZA et al., 1997; BASKIN e BASKIN, 2001; COSTA et al., 2001; AZEVEDO et al., 2004; CARVALHO et al., 2005; SOUZA et al., 2005; OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2008). A presença de lignina no endocarpo foi registrada para os diásporos de *Lithraea molleoides* (CARMELLO-GUERREIRO, 1996), estando relacionada com três camadas de esclereídes arranjados em paliçada (CARMELLO-GUERREIRO e PAOLI, 2005). O

mesocarpo dos diásporos dessa espécie também possui grande quantidade de compostos fenólicos (CARMELLO-GUERREIRO, 1996), indicando então, que a causa da dormência relativa também pode ser química, além da física (impermeabilidade) e mecânica (rigidez) decorrente da presença de lignina no endocarpo. Compostos fenólicos podem agir como substâncias protetoras contra herbivoria e ataque de micro-organismos, por aumentar a resistência do tegumento contra danos mecânicos, além da proteção à luz e embebição (WERKER, 1997), sendo considerados inibidores de germinação (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Diásporos de *Rhus aromatica* e *Rhus glabra* investigados por Li et al. (1999a) também apresentam frutos drupáceos com endocarpo impermeável à água. Segundo os autores, o

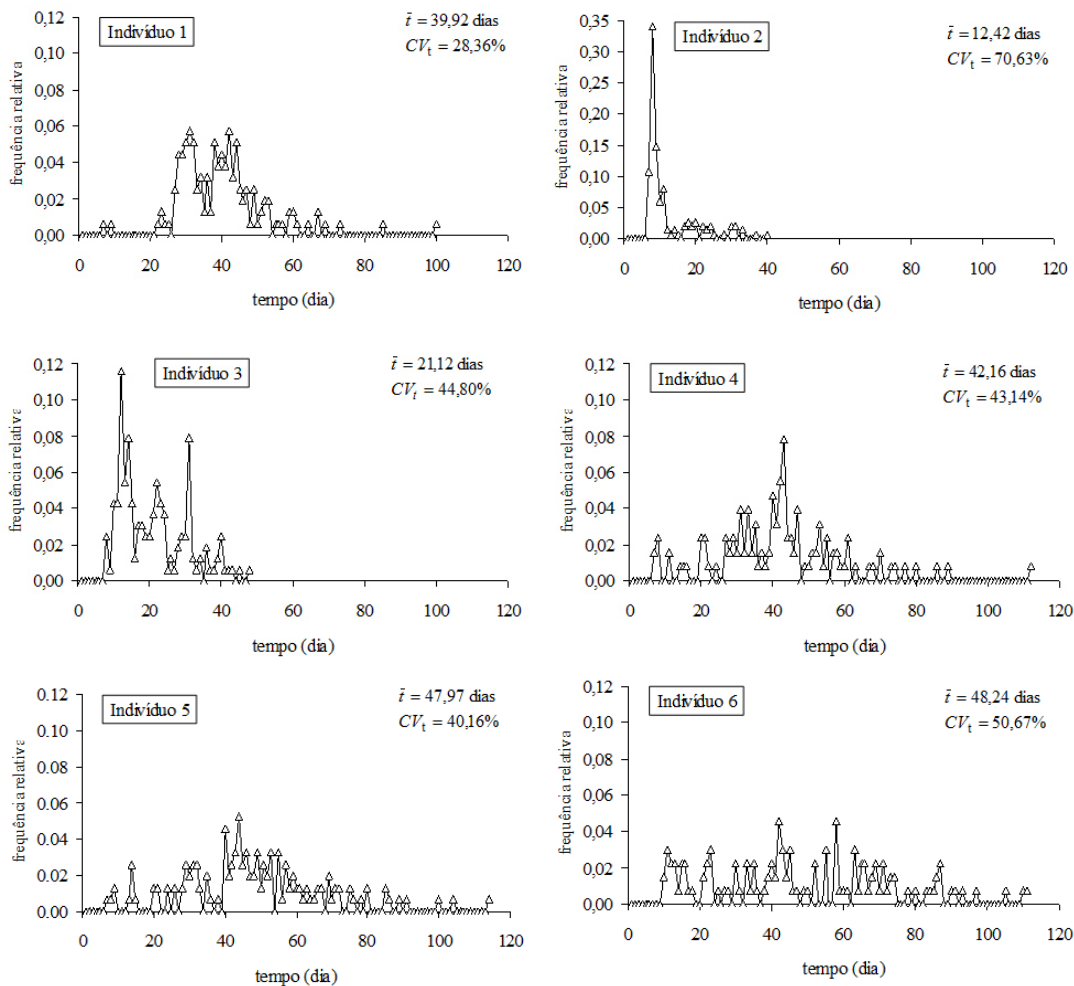


FIGURA 2: Frequência relativa de emergência de plântulas a partir dos diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. coletados em Uberlândia e Araguari, MG no Vale do Araguari, MG, em 2004.

FIGURE 2: Relative frequency of seedling emergence of diaspores of *Lithraea molleoides* Vell. (Eng.) collected in Uberlândia and Araguari, in Araguari River Valley, Minas Gerais state in 2004.

endocarpo nessas espécies é a primeira parte do fruto que alcança o máximo tamanho e a última parte que alcança a maturidade fisiológica, que coincide com o desenvolvimento da impermeabilidade à água. Nessas espécies, a maturidade fisiológica ocorre uma semana após os diásporos alcançarem o máximo de massa seca. Os autores lançam a hipótese de que há deposição de alguma substância química no endocarpo, associada à dessecação, que resulta no aumento de massa do próprio endocarpo e na impermeabilidade à água.

Estudos sobre a impermeabilidade do pericarpo ou partes desse são escassos (LI et al., 1999b) e a presença do mesocarpo resinoso dificulta a construção de curvas de embebição. A resina não pode ser retirada manualmente e abrasivos mecânicos ou químicos não podem ser aplicados sem que se impeça a sua ação no

endocarpo. Por outro lado, efetuar as curvas com a presença do mesocarpo gera diminuição da massa dos diásporos pela liberação lenta desse mesocarpo que se desprende na água. Para diásporos das duas espécies acima citadas, Li et al. (1999b) testaram a aplicação do ácido sulfúrico concentrado e da água quente para a quebra da dormência. O primeiro tratamento rompeu a dormência dos diásporos de *Rhus aromatica* e o segundo de *Rhus glabra*. O endocarpo dessas espécies é formado, de fora para dentro, por braquiesclereídes, osteosclereídes e macrosclereídes que foram retirados gradativamente para a avaliação da capacidade de embebição dos diásporos. Os autores constataram que as três camadas são responsáveis pela restrição na entrada de água no embrião de ambas as espécies, sendo a região da micrópila o ponto mais frágil do endocarpo e a região por onde começa a embebição.

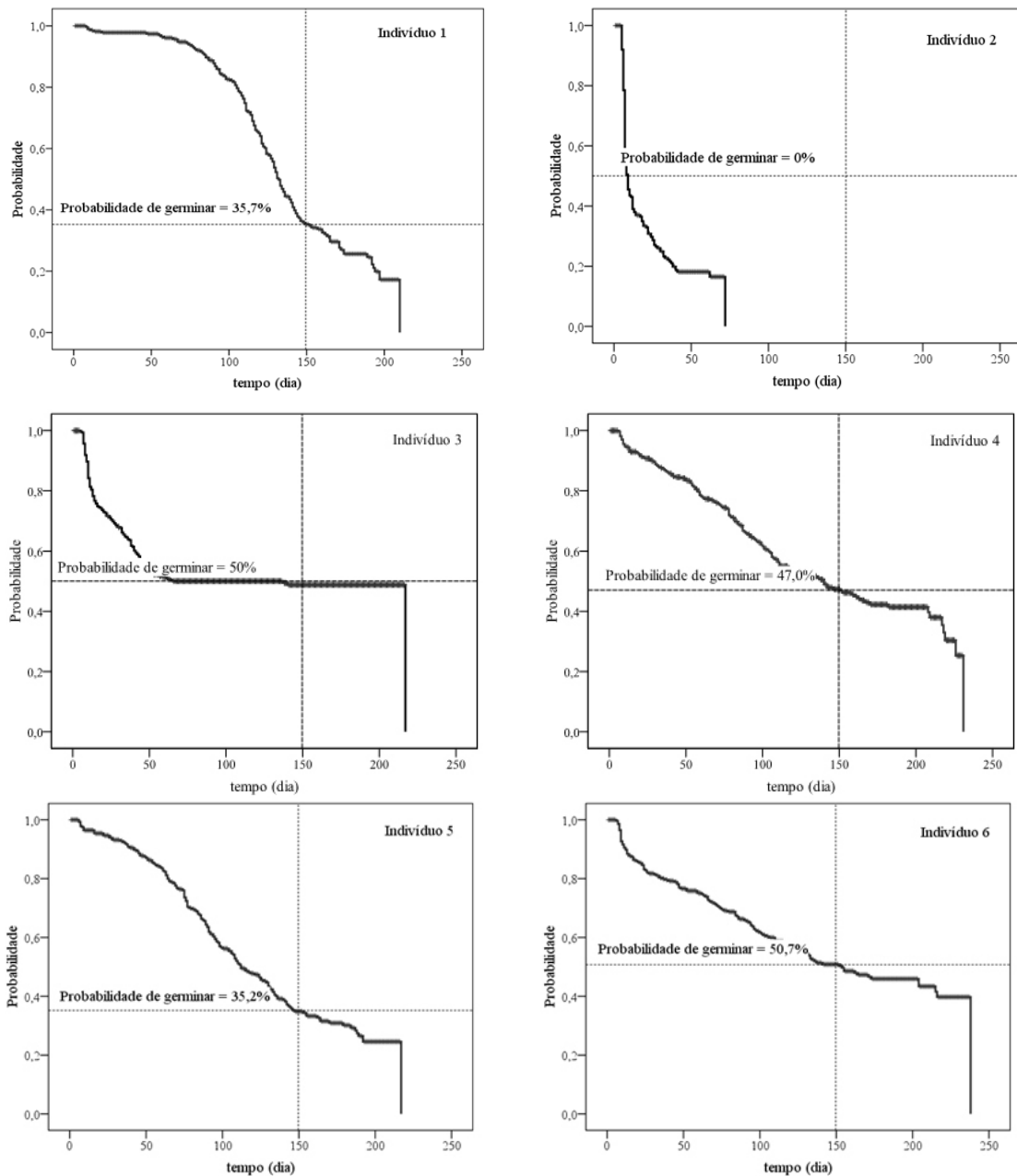


FIGURA 3: Probabilidade de germinação dos diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. coletados em Uberlândia e Araguari, MG no Vale do Araguari, MG, em 2004.

FIGURE 3: Probability of germination of diaspores of *Lithraea molleoides* Vell. (Eng.) collected in Uberlândia and Araguari, in Araguari River Valley, Minas Gerais state in 2004.

Spondias mombin apresenta grande resistência mecânica ao crescimento do embrião, sendo necessária a secagem do seu endocarpo que promove rachaduras, para que a dormência seja superada (AZEVEDO et al., 2004). Para alguns autores ainda não está claro que tipo de dormência os diásporos de *Spondias tuberosa* possuem (COSTA et al., 2001) e, para outros, os diásporos dessa espécie podem ter tanto dormência física quanto mecânica

(SOUZA et al., 2005). O que permite inferir a presença de dormência nos diásporos dessa espécie é que o estágio de maturação influencia diretamente a germinação, devido à camada do endocarpo que não está completamente desenvolvida, não impondo, assim, resistência à expansão do embrião (COSTA et al., 2001). Essa resistência mecânica imposta pelo endocarpo pode ser característica das espécies da família Anacardiaceae que apresentam o

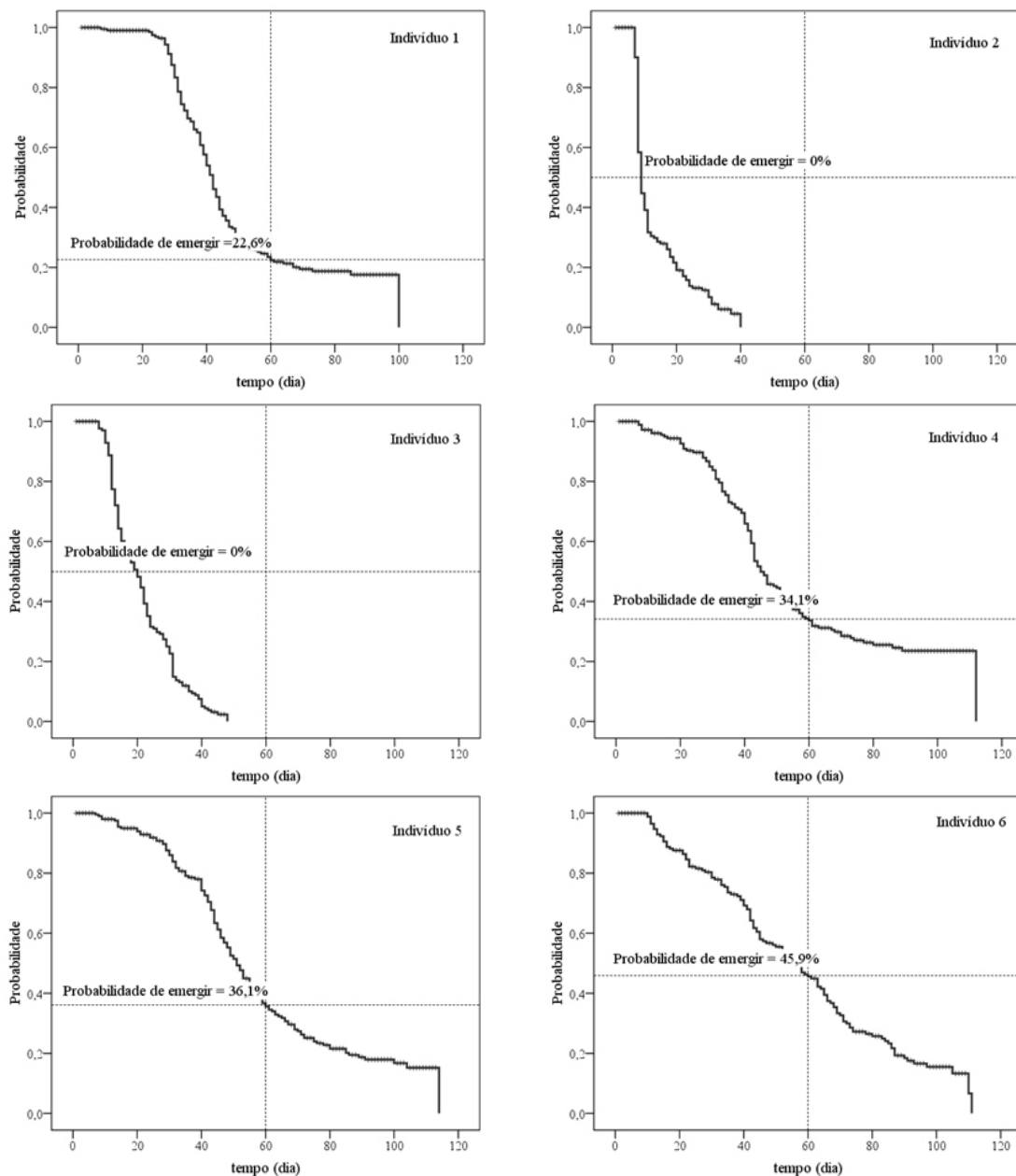


FIGURA 4: Probabilidade de emergência de plântulas a partir dos diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. coletados em Uberlândia e Araguari, MG no Vale do Araguari, MG, em 2004.

FIGURE 4: Probability of seedling emergence from the diaspores of *Lithraea molleoides* Vell. (Eng.) collected in Uberlândia and Araguari, in Araguari River Valley, Minas Gerais state in 2004.

endocarpo do tipo *Spondias*, uma vez que, segundo Wannan e Quinn (1990), esse tipo de endocarpo exhibe estrutura lignificada. Por outro lado, no tipo *Anacardium*, onde se insere *Lithraea molleoides*, a lignina também está presente no endocarpo. O que pode ser inferido a partir dessas informações é que a presença de lignina já garante a impermeabilidade do tegumento, estando então relacionada com dormência física e também mecânica, uma vez que também confere rigidez. O que é preciso verificar

é a presença de fissuras ou áreas mais finas nos envoltórios do embrião porque, nesses casos, o tegumento não é totalmente impermeável e a restrição seria apenas mecânica.

Apesar de apresentarem germinabilidade superior a 60% (MELO et al., 1998) e porcentagem de emergência acima de 70% (CARVALHO et al., 2005), núculas de *Anacardium humile* apresentam restrição química à germinação devido à presença de substâncias inibidoras existentes no envoltório

do embrião (CARVALHO, 2006). A presença de dormência química nas núculas dessa espécie é reforçada pelos altos valores de tempo médio de emergência e baixas sincronias registrados por Carvalho et al. (2005).

A dormência, do ponto de vista ecológico, confere vantagem seletiva para a espécie, por permitir que o tempo de germinação coincida com as condições favoráveis para a sobrevivência das plântulas (POPINIGIS, 1977; LABOURIAU, 1983; CARVALHO e NAKAGAWA, 1988; BIANCHETTI, 1991; SILVERTOWN e DOUST, 1993; FERREIRA e BORGHETTI, 2004; MARCOS FILHO, 2005). No entanto, para os viveiristas, a dormência é fator complicador, induzindo grande desuniformidade na germinação e maior demanda de tempo para a produção de mudas, seja para o reflorestamento ou para utilização comercial, além de maior risco na perda de sementes por deterioração, uma vez que estas permanecem mais tempo no solo antes de germinarem, podendo apodrecer (EIRA et al., 1993).

Períodos longos de dormência indicam a necessidade de investigações adicionais relativas ao ponto de maturação e época de colheita, beneficiamento e tratamento pré-germinativo das sementes, exigências quanto a substrato, umidade, temperatura e luminosidade que possam quebrar a dormência, homogeneizando e encurtando o período necessário para a germinação (ZAMITH e SCARANO, 2004). O mesmo é válido para espécies que apresentam dormência relativa, como é o caso de *Lithraea molleoides*, porque a germinação parcelada no tempo não forma estande satisfatório do ponto de vista econômico. Segundo Davide et al. (1995), as sementes dormentes, cujos processos de superação ainda não sejam conhecidos, devem ser semeadas logo após a colheita, em sementeiras e em grande quantidade, pois a sua germinação será desuniforme e o transplantio precisa ser efetuado gradativamente. Pode-se considerar a observação válida para diásporos com dormência relativa, como é o caso de *L. molleoides*, uma vez que visualmente não é possível separar os diásporos quanto à intensidade da dormência.

CONCLUSÕES

Os altos valores de incerteza e os baixos valores de sincronia indicam que os processos de germinação e emergência de plântulas de *Lithraea molleoides* são espalhados no tempo, o que permite

caracterizá-los como portadores de dormência relativa, com intensidade variável entre indivíduos de uma mesma população.

Probabilidades baixas, porém, não nulas para germinar ou emergir, mesmo aos 150 e 60 dias após a semeadura, respectivamente, revelam a capacidade de sobrevivência temporal dos diásporos da espécie e reforçam a presença de dormência relativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, D. de M.; MENDES, A. M. da S.; FIGUEIREDO, A. F. de. Característica da germinação e morfologia do endocarpo e plântula de taperebá (*Spondias mombin* L.) - Anacardiaceae. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 534-537, 2004.
- BARBOSA, J. M. et al. Efeitos de tratamentos de secagem na qualidade de sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) - Anacardiaceae. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Pelotas: Informativo ABRATES, v. 7, n. 1/2, 1997. p. 223.
- BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 2001. 66 p.
- BIANCHETTI, A. Tratamentos pré-germinativos para sementes florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 237-247.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Morfologia, anatomia e desenvolvimento de frutos, sementes e plântulas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng., *Myracondrum urundeuva* Fr. Allem. e *Astronium graveolens* Janq. (Anacardiaceae)**. 1996. 90 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1996.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. Morfologia e anatomia da semente de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 11, p. 91-98, 1999.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. Estrutura do pericarpo e da semente de *Astronium*

- graveolens* Jacq. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 87-96, 2000.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. Ontogeny and structure of the pericarp and seed coat of *Lithraea molleoides* Vell. Engl. (Anacardiaceae) with taxonomic notes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. 4, p. 599-610, 2005.
- CARVALHO, M. P.; SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Emergência de plântulas de *Anacardium humile* A. St.-Hil. (Anacardiaceae) avaliada por meio de amostras pequenas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 627-633, 2005.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência e tecnologia de produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa, 2006. v.2, 627 p.
- COSTA, N. P. et al. Efeito do estágio de maturação do fruto e do tempo de pré-embebição de endocarpos na germinação de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 738-741, 2001.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 41 p.
- DORNELES, M. C.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 399-408, 2005.
- 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**, Pelotas, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- KÖPPEN, W. **Climatología: con un estudio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. p. 553-557.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.). **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, p. 263-284, 1976.
- LABOURIAU, L. G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea* Sm. I. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 42, p. 235-262, 1970.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Secretaria Geral da OEA, Washington – Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Washington, 1983. 174 p.
- LI, X.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Comparative morphology and physiology of fruit and seed development in the two shrubs *Rhus aromatica* and *R. glabra* (Anacardiaceae). **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 86, n. 9, p. 1217-1225, 1999a.
- LI, X.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Anatomy of two mechanisms of breaking physical dormancy by experimental treatments in seeds of two North American *Rhus* species (Anacardiaceae). **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 86, n. 11, p. 1505-1511, 1999b.
- MAGUIRE, J. D. Seed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4th ed. Oxford: Pergamon Press, 1989. 270 p.
- MELO, J. T. et al. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P., eds. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 195-243.
- MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. The cashew and its relatives (Anacardium: Anacardiaceae). **Memories on the New York Botanical Garden**, New York, v. 42, p. 1-76, 1987.
- KLEIN, J. P.; MOESCHBERGER, M. L. **Survival analysis: techniques for censored and truncated data**. New York: Springer-Verlag, 1997. 502 p.
- OLIVEIRA, M. C. P. **Aspectos morfo-anatômicos da unidade de dispersão, germinação e crescimento de *Schinopsis brasiliensis* Engl. (baraúna) – Anacardiaceae**. 1983. 132 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1983.
- OLIVEIRA, M. da C. P. de; OLIVEIRA, G. J. de. Superação de dormência de *Schinopsis brasiliensis*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 251-254, 2008.
- PIRANI, J. R. Flora da serra do cipó, Minas Gerais: Anacardiaceae. **Boletim de Botânica, Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 9,

- p. 199-209, 1987.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia das sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 298 p.
- PRIMACK, R. B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 68, n. 3, p. 849-862, 1980.
- RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1 p. 1-11, 2006.
- RANAL, M. A. Soil spore bank of ferns in a gallery forest of the Ecological Station of Panga, Uberlândia, MG, Brazil. **American Fern Journal**, Missouri, v. 93, n. 3, p. 97-115, 2003.
- RESSEL, K. et al. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 311-323, 2004.
- SCHIAVINI, I. **Estrutura de comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia-MG)**. 1992. 139 f. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade de Campinas, Campinas, 1992.
- SILVA, A.; DURIGAN, G. Germinação de sementes de *Tapirira guianensis* Alblet. Anacardiaceae em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4., 1991, Campo Grande. **Anais...** Pelotas: Informativo ABRATES, v. 7, 1991. p. 77.
- SILVERTOWN, J. W.; DOUST, J. L. **Introduction to plant population biology**. London: Blackwell Scientific Publications, 1993. 210 p.
- SOUSA, S. M.; LIMA, P. C. F. Caracterização de sementes de algumas espécies florestais nativas do Nordeste. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo, 1982, p.1156-1167.
- SOUSA-SILVA, J. C. et al. Germinação de sementes de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem em Matas de Galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p. 379-422.
- SOUZA, A. A. et al. Seeds of *Spondias tuberosa* originated from fruits harvested at four maturation stages and stored. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 372-378, 2005.
- SOUZA, M. P.; PINTO, R. M. S.; SANTOS, R. K. Influência da posição de semeadura na germinação de sementes de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) – Anacardiaceae. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Pelotas: Informativo ABRATES, v. 7, n. 1/2, 1997. p. 215.
- WANNAN, B. S.; QUINN, C. J. Pericarp structure and generic affinities in the Anacardiaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 102, p. 225-252, 1990.
- WERKER, E. **Seed anatomy**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1997. 424 p.
- ZAMITH, L. P.; SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 161-176, 2004.