

## CLASSIFICAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS DE MATA CILIAR QUANTO A TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E AO ARMAZENAMENTO<sup>1</sup>

ANDERSON CLEITON JOSÉ<sup>2</sup>, EDVALDO AMARAL DA SILVA<sup>3</sup>, ANTONIO CLAUDIO DAVIDE<sup>4</sup>

RESUMO - Sementes de cinco espécies florestais ocorrentes em matas ciliares da bacia do Rio Grande, no Estado de Minas Gerais, foram classificadas de acordo com a tolerância à dessecação e ao armazenamento, como forma de subsidiar futuros programas de propagação e conservação *ex situ*. Sementes de *Miconia argyrophylla* DC. (Melastomastaceae), *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. e A. Juss.) Radlk. (Sapindaceae), *Ixora warmingii* Müll. Arg. (Rubiaceae), *Aulomyrcia venulosa* DC. (Myrtaceae) e *Metrodorea stipularis* Mart. (Rutaceae) foram coletadas e levadas ao Laboratório de Sementes Florestais, sendo beneficiadas e submetidas à secagem, armazenamento e avaliação da germinação. Após a classificação fisiológica, verificou-se que *M. argyrophylla* e *M. stipularis* possuem sementes do tipo ortodoxas, as quais podem ser armazenadas à baixa temperatura (-20°C) e com baixo conteúdo de água ( $\leq 5\%$ ), por longos períodos, sem comprometer a viabilidade das mesmas. Por outro lado, as sementes de *A. edulis*, *I. warmingii* e *M. venulosa* foram classificadas como recalcitrantes, não tolerando a secagem a conteúdos de água abaixo de 12%, indicando que práticas de conservação *in situ* devem ser levadas em consideração para a preservação dos recursos genéticos destas espécies.

Termos para indexação: espécies florestais, sensibilidade à dessecação, recalcitrante, ortodoxa, conservação.

### SEED STORAGE BEHAVIOUR OF FIVE RIPARIAN FOREST TREE SPECIES

ABSTRACT - Seeds of five riparian forest tree species from the Rio Grande River basin in the State of Minas Gerais – Brazil were classified according to the physiological storage behavior as a way to provide information for future programs on propagation and *ex situ* conservation. Seeds of *Miconia argyrophylla* DC. (Melastomastaceae), *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. (Sapindaceae), *Ixora warmingii* Müll. Arg. (Rubiaceae), *Aulomyrcia venulosa* DC. (Myrtaceae), and *Metrodorea stipularis* Mart. (Rutaceae) were collected and taken to the seed laboratory where they were processed and submitted to drying, storage and evaluation of viability by the germination test. After physiological classification regarding storage behaviour it was observed that seeds of *M. argyrophylla* and *M. stipularis* presented orthodox behaviour. Such kind of seeds allow storage at low temperature (-20°C) and moisture content ( $\leq 5\%$ ), without harming viability. On the other hand, seeds of *A. edulis*, *I. warmingii* and *M. venulosa* were classified as recalcitrant, which did not tolerate moisture contents below 12%, indicating that *in situ* conservation should be used for preservation of the genetic resources of these species.

Index terms: forest species, sensitivity to desiccation, recalcitrant, orthodox, conservation.

<sup>1</sup> Submetido em 07/10/2005. Aceito para publicação em 01/03/2007. Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada à UFLA.

<sup>2</sup> Eng. Florestal, pós-graduando do Departamento de Ciências Florestais, UFLA, andersoncje@gmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agrº. Dr., Pesquisador, Departamento de Ciências Florestais; UFLA, caixa postal 3037, 37200-000. Lavras, MG; amaral@ufla.br

<sup>4</sup> Eng. Agrº. Dr., Prof. Titular, Departamento de Ciências Florestais; UFLA, caixa postal 3037, 37200-000. Lavras, MG; acdavide@ufla.br

## INTRODUÇÃO

As matas ciliares são áreas de preservação permanentes situadas ao longo do leito dos rios e corpos d'água. Sua importância consiste tanto na manutenção da biodiversidade, atuando como um dos últimos refúgios para a fauna, em ambientes cada vez mais alterados pela ocupação humana (Van Den Berg e Oliveira Filho, 2000; Zanzini e Prado Filho, 2000), quanto na conservação dos recursos hídricos (Lima e Zákia, 2000).

A preservação dos recursos florestais inclui a conservação *in situ*, na qual as espécies são mantidas no seu ambiente, e a conservação *ex-situ*, realizada fora da área de ocorrência da espécie, principalmente em bancos de germoplasma. A conservação *ex situ* complementa a *in situ*, como uma alternativa viável para a conservação dos recursos genéticos das espécies (Brown e Hardner, 2000).

A conservação *ex situ* em bancos de germoplasma, consiste na coleta e preservação de amostras representativas de indivíduos presentes em uma população a ser conservada. Destes, podem ser coletados tanto material vegetativo (estacas e gemas, por exemplo) quanto sementes (Graudal *et al.*, 1997), que são armazenadas sob determinadas condições, por um longo período.

Para a efetiva conservação de sementes é necessário o conhecimento prévio do seu comportamento fisiológico durante a secagem e armazenamento, já que nem todas as sementes são tolerantes à dessecação, exigindo condições especiais de armazenamento (Hong *et al.*, 1996).

Atualmente as sementes são classificadas em três categorias quanto ao seu comportamento durante a dessecação e no armazenamento: sementes ortodoxas, que toleram dessecação a baixos conteúdos de água (2% - 5%) e podem ser armazenadas em baixas temperaturas (-20 °C), condições que maximizam o tempo de armazenamento; sementes intermediárias, que não toleram a dessecação a baixos conteúdos de água (10% - 12 %), mas que podem ser armazenadas a baixas temperaturas (geralmente acima de 0 °C); e sementes recalcitrantes, comuns entre as espécies florestais da região tropical, as quais não toleram dessecação a baixos conteúdos de água (<12%), nem o armazenamento a baixas temperaturas (Roberts 1973; Ellis *et al.*, 1990; Hong *et al.*, 1996; Sacandé *et al.*, 2004).

Além da classificação fisiológica do comportamento das sementes durante a dessecação e no armazenamento, a origem, ocorrência (Roberts, 1973; Roberts e King, 1980; Bonner, 1990; Pammenter e Berjak, 2000), tipo de fruto, semente (Hong *et al.*, 1996), classificação taxonômica (Hong *et al.*,

1996), conteúdo de água no ponto de maturidade fisiológica (Hong *et al.*, 1996 e Davide *et al.*, 2001), tamanho da semente e a combinação destas (Tompset, 1984), são características propostas para permitir o melhor entendimento das respostas fisiológicas e ecologia das espécies.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo a classificação fisiológica quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de cinco espécies florestais ocorrentes em matas ciliares, no intuito de fornecer subsídios para a utilização destas em programas de revegetação, bem como para a conservação *ex situ*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram coletados e transportados ao Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA) onde foram processados de acordo com o tipo de fruto de cada espécie. No momento da coleta dos frutos também foi coletado material botânico para a identificação das espécies por comparações com materiais do Herbário ESAL do Departamento de Biologia e para envio a especialistas do Departamento de Ciências Florestais, ambos da UFLA.

Os frutos de *Miconia argyrophylla* DC. (Melastomataceae) (herbário número 12.237), *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. e A. Juss.) Radlk. (Sapindaceae) (herbário número 13.668), *Ixora warmingii* Müll.Arg. (Rubiaceae) (herbário número 15.361) e *Aulomyrcia venulosa* DC. O. Berg. (Myrtaceae) (herbário número 12.243), foram coletados em matas ciliares da região de Lavras, Minas Gerais, Brasil, em 5, 4, 4 e 6 árvores, respectivamente, espaçadas de no mínimo 50 metros umas das outras. Após a coleta, os frutos foram imediatamente beneficiados. O despulpamento dos frutos foi feito com maceração sobre peneiras com malhas variando de 0,2 - 1,0 cm, sob água corrente, por cerca de cinco minutos. Após a remoção da polpa, as sementes foram colocadas sobre papel toalha para remoção da água superficial e armazenadas em sacos plásticos.

Frutos maduros de *Metrodorea stipularis* Mart. (Rutaceae) (herbário número 12.370), foram coletados de duas árvores espaçadas mais de 50 metros, nas mesmas localidades e região das coletas anteriores, sendo armazenados à sombra, à temperatura ambiente, até sua abertura e liberação das sementes, que ocorreu por volta de 4-5 dias. As sementes foram separadas dos frutos usando peneira com malha de 1,0 mm.

Para cada espécie estudada foi realizada a caracterização física das sementes, determinando-se o número de sementes por kg, comprimento (C) e largura (L), conteúdo de água

inicial, forma, tamanho e cor, buscando-se seguir a metodologia proposta pela ISTA (1999).

As sementes, após o beneficiamento, foram colocadas em sala de secagem ( $20 \pm 1^\circ\text{C}/60 \pm 10\%\text{UR}$ ). Para alcançar conteúdos de água abaixo de 10%, as sementes foram colocadas em dessecador contendo sílica gel, trocada diariamente, antes de ocorrer mudança na coloração do seu indicador de umidade. A massa das sementes foi avaliada a cada uma hora nas primeiras oito horas e a partir deste ponto a cada 12 horas até os sete dias, quando as sementes de todas as espécies já haviam atingido a umidade de equilíbrio, ou seja, quando não houve mais variação de massa. Usou-se a expressão proposta por DFSCI/IPGRI (1999) para a estimativa do conteúdo de água pela diferença de massa:

$$M = \frac{(100 - CAi)}{(100 - CAD)} \times Mi, \text{ onde:}$$

M: massa (g) no conteúdo de água desejado

Mi: massa (g) no conteúdo de água inicial

CAi: conteúdo de água inicial (% base úmida)

CAD: conteúdo de água desejado (% base úmida)

O conteúdo de água foi determinado logo após o beneficiamento das sementes e após estas atingirem os conteúdos de água desejados, estimados pela expressão descrita anteriormente. A determinação do conteúdo de água (base úmida) foi realizada em estufa com circulação de ar a  $103 \pm 3^\circ\text{C}$  por 17 horas (ISTA, 1999).

Para cada espécie foram usadas quatro repetições na determinação do conteúdo de água. Em cada repetição foram utilizados 0,250 g de sementes para *Miconia argyrophylla* e *Aulomyrcia venulosa* e 20 sementes para *Metrodorea stipularis*, *Allophylus edulis* e *Ixora warmingii*. Após a secagem até 5% de conteúdo de água, as sementes foram armazenadas a  $-20^\circ\text{C}$  em embalagem hermética por 90 dias. Ao final deste período foram determinados novamente a viabilidade e o conteúdo de água.

A viabilidade das sementes foi determinada pelo teste de germinação, logo após o beneficiamento (viabilidade inicial), após a secagem a diferentes conteúdos de água e após a secagem e armazenamento. O critério de avaliação utilizado foi o da protrusão da radícula (2 mm de comprimento), para todas as espécies. Quatro repetições de cem sementes foram utilizadas na avaliação da viabilidade em cada conteúdo de umidade testado. A germinação foi avaliada durante trinta dias numa periodicidade de 3 dias. Também foi avaliado o desenvolvimento das plântulas, já que algumas espécies recalcitrantes, após a secagem, podem iniciar o crescimento da radícula, sem formar plântulas normais (Pritchard e

Prendergast, 1986; Eira et al., 1994).

Antes de serem colocadas para germinar as sementes foram desinfetadas em solução de hipoclorito de sódio (1% de cloro ativo) por 10 minutos, fazendo-se posteriormente a lavagem em água corrente por um minuto.

Todas as sementes foram germinadas em germinador tipo BOD sob luz branca fluorescente constante, ajustado na temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , tendo-se como substrato o rolo de papel, com exceção de *Miconia argyrophylla* que foi germinada sobre papel em placa de Petri.

A classificação fisiológica das sementes, quanto ao comportamento durante a secagem e o armazenamento foi feita de acordo com o protocolo proposto por Hong e Ellis (1996) revisto por Sacandé et al. (2004), apresentado na Figura 1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes das espécies estudadas foram secadas dentro de um período de sete dias (Figura 2). Entretanto, para que as sementes de *Miconia argyrophylla* e *Metrodorea stipularis* atingissem conteúdos de água menores que 10% foi necessário colocá-las em recipiente contendo sílica gel. As sementes de *Metrodorea stipularis* foram dispersas com baixo conteúdo de água (Tabela 1) e não secaram nas condições da sala de secagem ( $20 \pm 1^\circ\text{C}/60 \pm 10\%\text{UR}$ ).

*Miconia argyrophylla* e *Metrodorea stipularis* foram classificadas como ortodoxas, pois suas sementes foram secas a 2,5% e 3,5% de conteúdo de água, respectivamente, mantendo a capacidade germinativa (Tabela 2), apresentando a mesma porcentagem de germinação (97% para as duas espécies) após secagem a 5% de conteúdo de água e armazenamento por 90 dias à  $-20^\circ\text{C}$ .

A tolerância à dessecação pode ser uma característica da família ou do gênero (Hong et al., 1996). Segundo Tweddle et al. (2003), algumas espécies do gênero *Miconia* e da família *Rutaceae* apresentam sementes classificadas como ortodoxas. Outras características que também distinguem sementes do tipo ortodoxo são o tamanho reduzido (Hong et al., 1996), observado para as sementes de *Miconia argyrophylla* e o baixo conteúdo de água das sementes no momento da dispersão dos frutos (Davide et al., 2001), encontrado nas sementes de *Metrodorea stipularis* (Tabela 2).

Neste contexto, os resultados indicam que sementes das duas espécies citadas podem ser armazenadas a longo prazo, como uma alternativa viável para a conservação. Estudos mostram que o tempo de armazenamento de espécies com sementes ortodoxas é função do conteúdo de água da semente e da temperatura de armazenamento, sendo que algumas

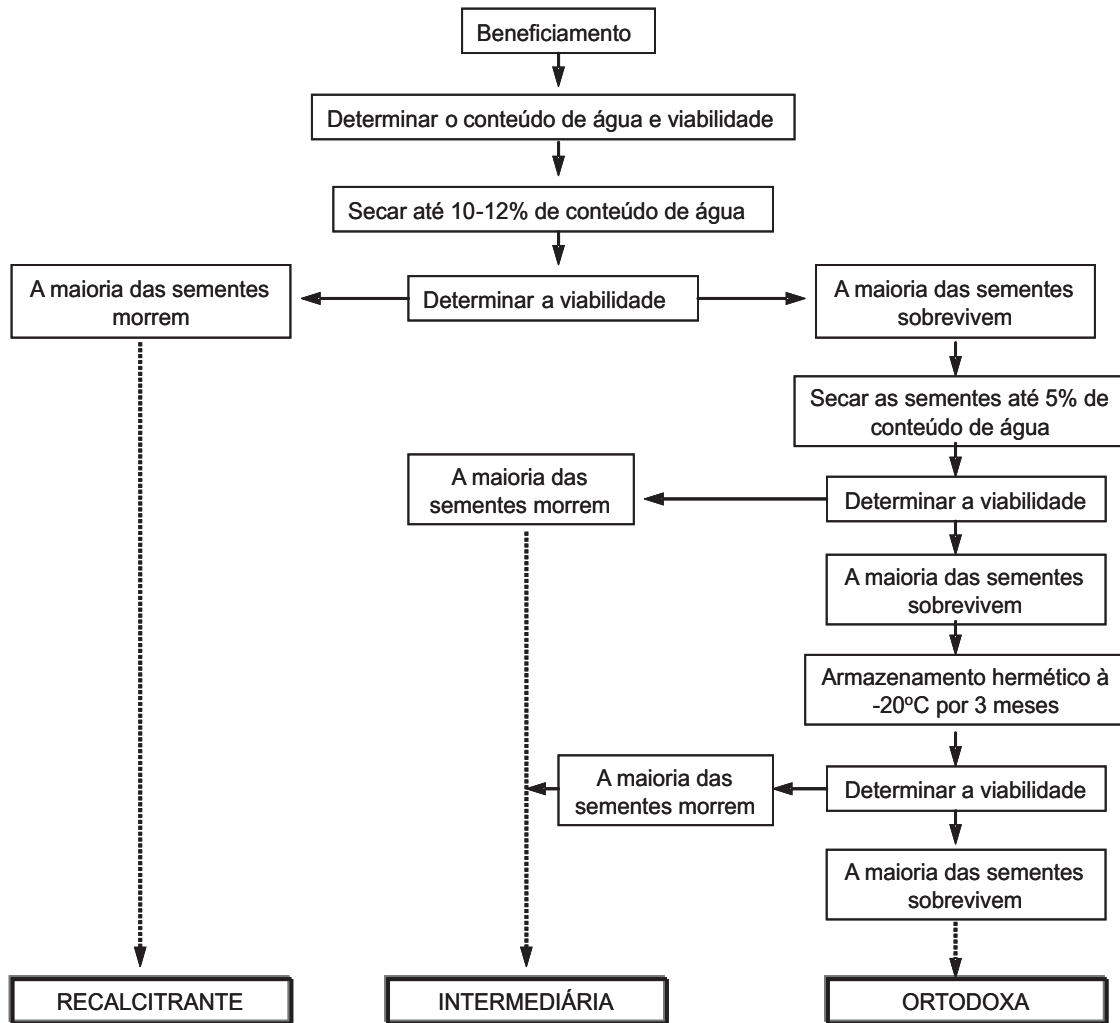


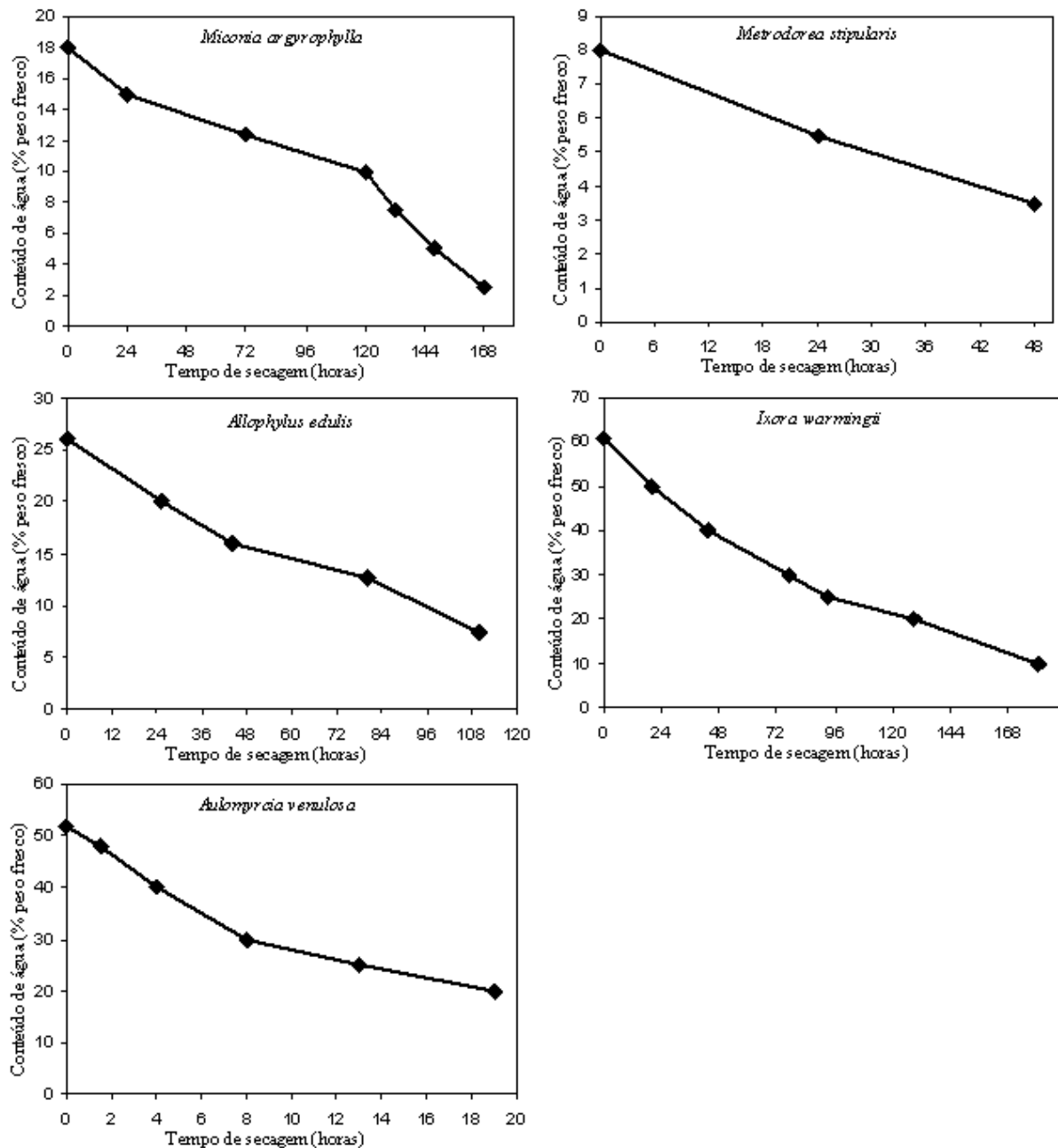
FIGURA 1. Esquematização do protocolo utilizado para a classificação fisiológica de sementes quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento (Hong e Ellis, 1996).

espécies podem ser armazenadas por períodos que variam de décadas a séculos (Roberts, 1973; Hong et al., 1996).

Neste trabalho constatou-se que as sementes de *Ixora warmingii* são sensíveis à dessecação, perdendo a viabilidade quando são secas a conteúdos de água abaixo de 25%, sendo, portanto, de acordo com o protocolo utilizado, classificadas como recalcitrantes. O gênero *Ixora* é frequentemente observado em terrenos úmidos da América do Sul. Segundo Oliveira Filho et al. (1994), é uma espécie clímax tolerante à sombra, que ocorre tanto em matas ciliares quanto em terrenos mais secos, fora da mata ciliar, no sudeste do Brasil.

Verificou-se que as sementes de *Aulomyrcia venulosa* são dispersas com alto conteúdo de água (Tabela 1), não tolerando a dessecação abaixo de 25%, sendo, portanto, classificadas como recalcitrantes. Estas sementes perderam a viabilidade em conteúdos de água entre 20% e 25% (tabela 2). Após a secagem a 40% de conteúdo de água, as sementes de *A. venulosa* puderam ser armazenadas por 30 dias a 5°C em embalagem hermética, mantendo a viabilidade inicial.

As sementes de *Allophylus edulis* foram classificadas como recalcitrantes, pois não mantiveram a viabilidade após a secagem a 12,6% de conteúdo de água (Tabela 2). Para



**FIGURA 2.** Curvas de secagem de sementes de *Miconia argyrophylla*, *Metrodorea stipularis*, *Allophylus edulis*, *Ixora warmingii* e *Aulomyrcia venulosa* em sala de secagem ( $20 \pm 1^\circ\text{C}/60 \pm 10\%\text{UR}$ ). As sementes de *M. argyrophylla* e *M. stipularis* foram secadas em recipiente contendo sílica gel para atingir conteúdos de água menores que 10%.

este mesmo gênero, Tweddle et al. (2003) classificaram outra espécie como sendo ortodoxa, mostrando que para este gênero pode não haver relação entre a classificação taxonômica e a classificação fisiológica, quanto ao comportamento durante a secagem e o armazenamento das sementes.

Alguns fisiologistas de sementes, segundo Whitmore

(1990), propõem uma relação entre o estágio sucessional e o comportamento fisiológico quanto à secagem e ao armazenamento. De acordo com estes autores, espécies pioneiras tendem a possuir sementes pequenas, com dormência e tolerância à dessecação, ou seja, com comportamento ortodoxo. Por outro lado, sementes de espécies clímax

apresentam como características, maiores dimensões, ausência de dormência e intolerância à dessecação e ao armazenamento à baixa temperatura, o que caracteriza o comportamento recalcitrante.

No entanto, esta tendência não foi verificada para todas as espécies estudadas, já que *Metrodorea stipularis* e *Miconia argyrophylla*, classificadas por Oliveira Filho *et al.* (1994) e clímax tolerante à sombra e clímax exigente de luz,

**TABELA 1. Caracterização física após o beneficiamento das sementes de *Miconia argyrophylla*, *Metrodorea stipularis*, *Allophylus edulis*, *Ixora warmingii* e *Aulomyrcia venulosa*, espécies de ocorrência em matas ciliares da bacia do Alto Rio Grande, Lavras, Estado de Minas Gerais, Brasil, 2004.**

Espécie	Número de sementes por kg	Dimensões (cm) Comprimento x Largura	Conteúdo de água (%)	Forma	Cor
<i>Miconia argyrophylla</i>	1.851.851	0,15 ( 0,02) x 0,10 ( 0,02)	18,0	Não Definida	Castanho claro
<i>Metrodorea stipularis</i>	14.230	0,54 ( 0,06) x 0,49 ( 0,05)	8,3	Esférica	Castanho escuro
<i>Allophylus edulis</i>	15.143	0,75 ( 0,03) x 0,52 ( 0,04)	26,1	Ovóide	Creme
<i>Ixora warmingii</i>	7.777	0,92 ( 0,09) x 0,04 ( 0,03)	61,1	Elipsoidal	Castanho escuro
<i>Aulomyrcia venulosa</i>	85.000	0,23 ( 0,01) x 0,34 ( 0,02)	50,1	Reniforme	Verde claro

**TABELA 2. Conteúdo de água e germinação após a secagem e o armazenamento a -20°C, bem como classificação fisiológica quanto ao armazenamento das sementes de *Miconia argyrophylla*, *Metrodorea stipularis*, *Allophylus edulis*, *Ixora warmingii* e *Aulomyrcia venulosa*, espécies de ocorrência em matas ciliares da bacia do Alto Rio Grande, Lavras, Estado de Minas Gerais, Brasil, 2004.**

Espécies	Conteúdo de água (%)	Germinação (%)	Classificação fisiológica quanto ao armazenamento
<i>Miconia argyrophylla</i>	18,0	97 ( 2,45)	Ortodoxa
	15,0	96 ( 6,24)	
	12,5	96 ( 1,26)	
	10,4	97 ( 2,31)	
	7,5	97 ( 3,37)	
	5,0	96 ( 2,37)	
	2,5	95 ( 2,28)	
<i>Metrodorea stipularis</i>	8,3	99 ( 0,82)	Ortodoxa
	5,5	97 ( 1,41)	
	3,5	98 ( 2,31)	
<i>Allophylus edulis</i>	26,1	67 ( 10,13)	Recalcitrante
	20,0	50 ( 5,77)	
	16,1	13 ( 2,45)	
	12,6	0	
<i>Ixora warmingii</i>	61,1	98 ( 1,41)	Recalcitrante
	50,0	93 ( 2,83)	
	30,0	70 ( 7,07)	
	25,5	15 ( 2,16)	
	20,1	0	
<i>Aulomyrcia venulosa</i>	50,1	100	Recalcitrante
	40,2	100	
	30,1	70 ( 4,69)	
	25,3	13 ( 2,58)	
	20,2	0	

apresentaram comportamento ortodoxo no presente estudo. As demais espécies (*Aulomyrcia venulosa*, *Ixora warmingii* e *Allophylus edulis*), classificadas como clímax tolerante à sombra, seguiram o padrão proposto por Whitmore (1990), apresentando comportamento recalcitrante, o qual também foi encontrado por Davide *et al.* (2003), que fez a classificação de quatro espécies clímax pertencentes à família Lauraceae.

Estratégias de conservação *in situ* devem ser levadas em consideração para a preservação gênica das espécies com comportamento recalcitrante, pois atualmente, o armazenamento por longo prazo deste tipo de semente é inviável. Todavia, embora a conservação *in situ* seja até o momento a forma mais adequada para a preservação gênica, a mesma possui algumas desvantagens, por necessitar de grandes áreas, que devem ser efetivamente protegidas de qualquer distúrbio, o que demanda uma grande alocação de recursos financeiros. Além do mais, estas áreas estão sujeitas a catástrofes naturais, o que pode comprometer principalmente espécies endêmicas. Assim, somente esforços conjuntos de conservação *in situ* e *ex situ* podem garantir a preservação destas espécies com bastante segurança (Ouedraogo, 1997).

Apesar de a dificuldade de armazenamento das sementes de espécies com comportamento recalcitrante, tais como *I. warmingii*, *A. edulis* e *A. venulosa*, estudos indicam que para outras espécies, a criopreservação de eixos embrionários pode ser uma alternativa viável para a conservação a longo prazo (Fu *et al.*, 1990; Pammenter *et al.*, 1991; Fu *et al.*, 1993; Vertucci e Farrant, 1995). Todavia, para que esta técnica seja utilizada são necessários estudos para a determinação do método de secagem e do conteúdo de água adequados para armazenamento, de forma que a criopreservação não prejudique a viabilidade dos mesmos (Liang e Sun, 2000).

Estudos fisiológicos e moleculares também vêm sendo realizados para várias espécies com sementes ortodoxas, tais como *Medicago truncatula* Gaertn (Buitink *et al.*, 2003) e *Arabidopsis thaliana* L. Heynh (Gallardo *et al.*, 2001) e recalcitrantes como *Artocarpus heterophyllus* Lank. (Wesley-Smith *et al.*, 2001), *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (Faria *et al.*, 2004) e *Quercus alba* L. (Connor e Sowa, 2003), para melhor entendimento dos processos de indução da tolerância e sensibilidade à dessecação. Da mesma forma, trabalhos com incubação de sementes recalcitrantes e ortodoxas em solução de PEG (polietileno glicol) e ácido abscísico exógeno também têm sido realizados com o objetivo de tentar re-induzir tolerância à dessecação durante a germinação em sementes ortodoxas (Bruggink e Van Der Toorn, 1995) e melhorar a capacidade de armazenamento de sementes recalcitrantes

(Goldbach, 1979; Barbedo, 1997).

Todos estes estudos em conjunto poderão contribuir, no futuro, para o entendimento dos processos moleculares e fisiológicos envolvidos na sensibilidade à dessecação de sementes, para que técnicas eficazes de conservação de sementes com comportamento recalcitrante possam ser adotadas.

## CONCLUSÕES

As sementes das espécies *Miconia argyrophylla* e *Metrodorea stipularis* são tolerantes à dessecação e ao armazenamento a -20°C, sendo classificadas como ortodoxas.

As sementes das espécies *Allophylus edulis*, *Ixora warmingii* e *Aulomyrcia venulosa* são sensíveis à dessecação e são classificadas como recalcitrantes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor José Marcio Rocha Faria do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras pelas sugestões apresentadas durante a confecção deste artigo.

## REFERÊNCIAS

- BARBEDO, C.J. **Armazenamento de sementes de *Inga uruguensis* (Hook. et Arn.)**. 1997. 71f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- BONNER, F.T. Storage of seeds. Potential and limitations for germoplasm conservation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.35, n. 1-2, p. 35-43, 1990.
- BROWN, A. H. D.; HARDNER, C.M. Sampling the gene pools of Forest trees for ex situ conservation. In: YOUNG, A.; BOSCHER, D.; BOYLE, T. (Ed.). **Forest conservation genetics: principles and practice**. Collingwood: CSIRO Publishing, 2000. p.185-196.
- BRUGGINK, T.; VAN DER TOORN, P. Induction of desiccation tolerance in germinated seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.5, n. 1, p.1-4, 1995.
- BUITINK, J.; SATOUR, P.; LEPRINCE, O. The re-establishment of desiccation tolerance in germinated radicles of *Medicago truncatula* Gaertn. seeds. **Seed Science Research**, Wallingford v.13, n. 4, p.273-286, 2003.
- CONNOR, K.F.; SOWA, S. Effects of desiccation on the physiology and biochemistry of *Quercus alba* acorns. **Tree Physiology**, Victoria, v.23, n. 16, p.1147-1152, 2003.
- DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.; TONETTI, O.A.O. Levantamento do grau de umidade de sementes de espécies florestais após beneficiamento. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, p.285-287, 2001.

- DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.; CARVALHO, M.L.M.; GUIMARÃES, R.M. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. *Cerne*, Lavras, v. 9, n. 1, p.29-35, 2003.
- DANIDA FOREST SEED CENTRE. **Desiccation and storage protocol**. Humlebaek: DFSC, 1999. p.23-40 (Technical Note, 5).
- EIRA, M.T.S.; SALOMÃO, A.N.; CUNHA, R.; CARRARA, D.K.; MELLO, C.M.C. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kutze.-Araucariaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.16, n. 1, p.71-75, 1994.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.41, n. 230 p. 1167-1174, 1990.
- FARIA, J.M.R.; VAN LAMMEREN, A.A.M.; HILHORST, H.W.M., Desiccation sensitivity and cell cycle aspects in seeds of *Inga vera* subsp. *affinis*. *Seed Science Research*, Wallingford, v.14, n. 2, p.165-178, 2004.
- FU, J.R.; ZHANG, B.Z.; WANG, X.P.; QIAO, Y.Z.; HUANG, X.L. Physiological studies on desiccation, wet storage and cryopreservation of recalcitrant seeds of three fruit species and their excised embryonic axes. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.18, n. 3, p.743-754, 1990.
- FU, J.R.; XIA, G.H.; TANG, L.F. Effects of desiccation on excised embryonic axes of three recalcitrant seeds and studies on cryopreservation. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.21, n.1, p.85-95, 1993.
- GALLARDO, K.; JOB, C.; GROOT, S.P.C.; PUYPE, M.; DEMOL, H.; VANDEKERCKHOVE, J.; JOB, D. Proteomic analysis of *Arabidopsis* seed germination and priming. *Plant Physiology*, Rockville, v. 126, n.2, p.835-848, 2001.
- GOLDBACH, H. Imbibed storage of *Melicoccus bijugatus* and *Eugenia brasiliensis* (*E. dombeyi*) using abscisic acid as a germination inhibitor. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.7, n. 3, p.403-406, 1979.
- GRAUDAL, L.; KJAER, E.; THOMSEN, A.; LARESEN, A. B. **Planning national programmes for conservation of Forest genetic resource**. Humlebaek: DFSC, 1997. 55p. (Technical Note, 48).
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: IRPGRI, 1996. 55p. (Technical Bulletin, 1).
- HONG, T.D.; LININGTON, S.; ELLIS, R.H. **Seed storage behaviour: a compendium**. Rome: IPGRI, 1996. número de páginas?. (Handbooks for Genebanks, 4).
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.27, p.30-35, 1999 (Supplement).
- LIANG, Y.; SUN, W.Q. Desiccation tolerance of recalcitrant *Theobroma cacao* embryonic axes: the optimal drying rate and its physiological basis. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.51, n. 352, p.1911- 1919, 2000.
- LIMA, W.P.; ZÁKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p.33-44.
- OUÉDRAOGO, A. S. Conservation and use of forest genetic resources. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 11., 1997, Antalya. **Anais...** FAO, 1997. v.2, p.173-188.
- OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES, M.L. Effects of soil and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v.10, n. 4, p.483-508, 1994.
- PRITCHARD, H.W.; PRENDERGAST, F.G. Effects of desiccation and cryopreservation on the in vitro viability of embryos of the recalcitrant seed species *Araucaria hunseini* K. Schum. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.37, n. 182, p.1388-1397, 1986.
- PAMMENTER, N.W.; VERTUCCI, C.W.; BERJAK, P. Homeohydrous (recalcitrant) seeds: dehydration, the state of water and viability characteristics in *Landolphia kirkii*. *Plant Physiology*, Rockville, v.96, n. 4, p.1093-1098, 1991.
- PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Evolutionary and ecological aspects of recalcitrant biology. *Seed Science Research*, Wallingford, v.10, n. 3, p.301-306, 2000.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.1, n. 3, p.499- 514, 1973.
- ROBERTS, E.H.; KING, M.W. The characteristics of recalcitrant seeds. In: CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. (Ed.). **Recalcitrant Crop Seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. p.1-5.
- SACANDÉ, M.; JØKER, D.; DULLOO, M.E.; THOMSEN, K.A. **Comparative storage biology of tropical tree seeds**. Rome: IPGRI, 2004. 363p.
- TOMPSET, P.B. Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. *Annals of Applied Biology*, Oxford, v.105, n. 3, p.581-586, 1984.
- TWEDDLE, J.C.; TURNER, R.M.; DICKIE, J.B. **Seed Information Database** (release 5.0, Jul. 2003). Disponível em: <http://www.rbgekew.org.uk/data/sid>. Acesso em 25 mar. 2004.
- VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.23, n. 3, p.231-253, 2000.
- VERTUCCI, C.W.; FARRANT, J.M. Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: KIGEL, J.; GALILL, G. (Ed.). **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.237-271.
- WESLEY-SMITH, J.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P.; WALTERS, C. The effect of two rates on the desiccation tolerance of embryonic axes of recalcitrant Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) seeds. *Annals of Botany*, Oxford, v.88, n. 4, p.653-664, 2001.
- WHITMORE, T.C. **An introduction to tropical rain forests**. Oxford: Oxford University Press, 1990. 296p.
- ZANZINI, A.C.S.; PRADO FILHO, J.F. Impacto da atividade agropecuária sobre a fauna silvestre. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.21, n. 202, p.78-87, 2000.

