

**CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES
DOS GÊNEROS *Nectandra*, *Ocotea* e *Persea*
(LAURACEAE)**

LETICIA RENATA DE CARVALHO

2006

LETICIA RENATA DE CARVALHO

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES DOS GÊNEROS
Nectandra, *Ocotea* E *Persea* (LAURACEAE)

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Doutorado em Engenharia Florestal, área de concentração Florestas de Produção, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Antonio Claudio Davide

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de
Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Carvalho, Leticia Renata de
Conservação de sementes de espécies dos gêneros *Nectandra*, *Ocotea* e *Persea*
(Lauraceae) / Leticia Renata de Carvalho. -- Lavras : UFLA, 2006.
75 p. : il.

Orientador: Antônio Claudio Davide.
Tese (Doutorado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Semente. 2. Qualidade. 3. Armazenamento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.973931
-634.9562

LETICIA RENATA DE CARVALHO

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES DOS GÊNEROS
Nectandra, Ocotea E Persea (L.AURACEAE)

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do curso de Doutorado em
Engenharia Florestal, área de concentração Florestas
de Produção, para a obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 13 de janeiro de 2006.

| | |
|---|-------|
| Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho | UFLA |
| Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva | UFLA |
| Dra. Luciana Magda de Oliveira | UFLA |
| Prof. Dr. Ivor Bergemann de Aguiar | UNESP |

Prof. Dr. Antonio Claudio Davide
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

À humanidade.

“Que os homens tenham consciência de que há uma missão a ser cumprida nesta existência e que cada instante seja o mais produtivo em busca de realizações, evolução espiritual e de felicidade.”

OFEREÇO

À minha mãe, Tereza; aos meus irmãos e, especialmente, aos meus filhos, Guilherme e João Pedro, pelo amor e incentivo

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A “Deus”, fonte eterna de energia, amor e sabedoria.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade.

À Alcoa Alumínio S/A, pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao Prof. Dr. Antonio Claudio Davide, pela confiança, amizade, incentivo e orientação.

Ao Prof. Dr. Ary de Oliveira Filho, pela ajuda na identificação das espécies estudadas.

Aos Drs. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva e Maria Laene Moreira de Carvalho, pelo incentivo, atenção e contribuições no trabalho.

Aos Drs. Luciana Magda de Oliveira, Ivor Bergemann de Aguiar e ao Prof. José Márcio Faria, pela atenção e sugestões.

Ao Prof Ludwig H. Pfenning, responsável pelo Laboratório de Micologia e Sistemática de Fungos da UFLA e aos estudantes e funcionários Mirian, Anderson e Elisa, pela atenção e ajuda.

Aos amigos Lúcia, Olívia, Luciana, Lilian, Daniele, Tathiana, Daniel e Anderson, pela troca de experiência e momentos de descontração.

SUMÁRIO

PÁGINAS

| | |
|---|-----|
| RESUMO..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| APRESENTAÇÃO..... | iii |
| REFERÊNCIAS..... | vi |
| | |
| ARTIGO 1 CLASSIFICAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DOS GÊNEROS <i>Nectandra</i> E <i>Ocotea</i> (LAURACEAE) QUANTO AO COMPORTAMENTO NO ARMAZENAMENTO | |
| RESUMO..... | 1 |
| ABSTRACT..... | 3 |
| INTRODUÇÃO..... | 4 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 8 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 13 |
| CONCLUSÃO..... | 18 |
| REFERÊNCIAS..... | 19 |
| | |
| ARTIGO 2 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE LAURACEAE | |
| RESUMO..... | 24 |
| ABSTRACT..... | 26 |
| INTRODUÇÃO..... | 27 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 33 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 37 |
| CONCLUÇÕES..... | 48 |
| REFERÊNCIAS..... | 49 |
| | |
| ARTIGO 3 UTILIZAÇÃO DO TESTE DE RAIOS X NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE LAURACEAE | |
| RESUMO..... | 54 |
| ABSTRACT..... | 56 |
| INTRODUÇÃO..... | 57 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 60 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 65 |
| CONCLUSÕES..... | 71 |
| REFERÊNCIAS..... | 72 |

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram: classificar sementes quanto ao seu comportamento no armazenamento, verificar o efeito da coloração dos frutos por ocasião da dispersão e do armazenamento (embalagem semipermeável, câmara fria a 5°C e 60% UR) na viabilidade de sementes e adequar o método de raios X para verificar alterações morfológicas internas e seus efeitos na qualidade de sementes de espécies de Lauraceae de ocorrência no Sul de Minas Gerais. Sementes de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra oppositifolia*, *Ocotea corymbosa* e de *Ocotea pulchella* apresentam comportamento recalcitrante devido à sensibilidade à secagem. Sementes de frutos verdes de *Nectandra nitidula* e de *Nectandra lanceolata* apresentam menor potencial de armazenamento em relação às sementes de frutos escuros. O armazenamento possibilita o aumento de germinação para sementes de frutos escuros, até o terceiro mês (*Ocotea pulchella* e *Nectandra grandiflora*), até 4,5 meses (*Persea pyrifolia*), e até o sexto mês para *Nectandra lanceolata*. Sementes de frutos escuros não apresentam perda da porcentagem de germinação inicial, considerando protrusão radicular, até seis meses (*Nectandra nitidula*), oito meses (*Nectandra grandiflora*), 11 meses (*Nectandra lanceolata*) e até 12 meses (*Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*). A potência de 25kV, durante 2 minutos, possibilita a visualização nítida de alterações da morfologia interna de sementes de *Ocotea corymbosa*, de *Ocotea pulchella* e de *Persea pyrifolia*. Já para sementes de *Nectandra grandiflora*, de *Nectandra lanceolata* e de *Nectandra nitidula*, a combinação de 30 kV, durante 2 minutos, proporciona melhores resultados. Danos internos detectados pela análise radiográfica, independente da causa, afetam a germinação das sementes das espécies estudadas, com exceção daqueles de menores dimensões, distantes do eixo-embrionário.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the seed storage behavior, the effect of the fruits coloration and storage (5°C, 60%RH) on seed viability, and to adapt the X ray method to verify alterations in the internal morphology and their effects on the seed quality of the species of Lauraceae which grow in the south of Minas Gerais State, Brazil. Seeds of *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra oppositifolia*, *Ocotea corymbosa* and *Ocotea pulchella* show recalcitrant behaviour due to their desiccation sensitivity. Seeds from the green fruits of *Nectandra nitidula* and *Nectandra lanceolata* show shorter storability in relation to those from dark fruits. The germination rates of seeds from dark fruits increased until the 3rd month (*Ocotea pulchella*, *Nectandra grandiflora*), until 4,5 months (*Persea pyrifolia*) and until the 6th month (*Nectandra lanceolata*). Seeds from dark fruits do not show decrease of initial germination rates (radicle protrusion) until 6 months of storage (*Nectandra nitidula*), 8 months (*Nectandra grandiflora*), 11 months (*Nectandra lanceolata*) and 12 months (*Ocotea pulchella* and *Persea pyrifolia*). The intensity of 25kV for two minutes allows clear visualization of alteration of internal morphology of the seeds of *Ocotea corymbosa*, *Ocotea pulchella* and *Persea pyrifolia*. In seeds of *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata* and *Nectandra nitidula*, the intensity of 30kV for two minutes allows better results. Internal damages, irrespective of their origin, affect seed viability, with exception of the smaller ones located far from the embryonic axis.

APRESENTAÇÃO

O Brasil é, provavelmente, a nação de maior diversidade biológica do planeta (Mittermeier et al., 1997). No entanto, grandes extensões de florestas brasileiras vêm sendo substituídas, principalmente pela agropecuária, pela expansão urbana e por reservatórios de usinas hidrelétricas. Este processo de desmatamento tem colocado muitas espécies em risco de extinção.

A diversidade biológica deve ser conservada devido ao seu valor intrínseco e para atender de forma sustentável às necessidades das gerações humanas presentes e futuras. A estratégia de conservação envolve a conservação *in situ* realizada no hábitat das espécies, principalmente por meio de unidades de conservação e deve ser complementada pela conservação *ex situ*, ou seja, fora do hábitat (Brasil, 2000).

A conservação *ex situ* de espécies vegetais pode ser efetuada por meio do armazenamento de sementes (FAO, 1993), que é considerada uma forma de conservação econômica e segura (Slageren, 2000). Todavia, o sucesso do armazenamento depende do conhecimento prévio do comportamento fisiológico no armazenamento, da qualidade inicial das sementes e das condições ambientais de armazenamento (FAO, 1993).

A maioria das espécies estudadas até hoje possui sementes ortodoxas, ou seja, sementes que podem ser secas até baixos níveis de umidade e armazenadas sob temperaturas abaixo de zero por longo prazo. No entanto, principalmente em florestas tropicais, ocorrem espécies com sementes recalcitrantes, as quais não toleram dessecação até baixos níveis de umidade (Roberts, 1973) e, portanto, não podem ser armazenadas por longo prazo.

Para sementes de espécies de Lauraceae nativas do Brasil tem sido observado comportamento recalcitrante (Carvalho, 1994; Davide et al., 2003).

Todavia, o número de espécies estudadas não representa a diversidade de espécies desta família.

A família Lauraceae apresenta 50 gêneros e cerca de 2.500 espécies. No Brasil, ocorrem 22 gêneros e cerca de 390 espécies (Barroso et al., 2002). Espécies de Lauraceae, de forma geral, são conhecidas como “canelas” e possuem valor econômico e ecológico. Levantamentos florísticos de remanescentes florestais têm mostrado que esta família destaca-se pelo grande número de espécies, como foi verificado no planalto de Poços de Caldas (Souza, 1997) e no entorno de nascentes da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, município de Lavras, Sul de Minas Gerais (Pinto, 2003).

Estas espécies pertencem ao grupo ecológico das climax (Carvalho et al., 1999; Pinto, 2003; Oliveira-Filho et al., 1995; Souza, 1997), que apresentam sazonalidade na produção de sementes (Moraes, 1993; Silva, 1997). Além disso, durante a produção ocorre irregularidade na maturação dos frutos, ou seja, em uma mesma árvore, ou mesmo em uma inflorescência, são encontrados frutos em diferentes estádios de maturação, o que pode resultar em sementes vazias ou mal formadas.

Sementes ou frutos em desenvolvimento de espécies de Lauraceae podem sofrer severos danos durante a maturação devido à predação por insetos, a exemplo de *Phoebe porosa* (Vernalha, 1953) e *Aniba rosaeodora* (Rosa e Ohashi, 1999).

A irregularidade de maturação e a predação podem comprometer a qualidade das sementes e, conseqüentemente, o potencial de armazenamento. Assim, há a necessidade de desenvolvimento de técnicas para a avaliação da qualidade dessas sementes que podem apresentar danos invisíveis a olho nu. Neste caso, o teste de raios X pode proporcionar a melhoria da qualidade do lote de sementes de espécies de Lauraceae. Este teste tem se mostrado promissor

para a melhoria da qualidade de lotes pelo descarte de sementes predadas, vazias ou mal formadas (Masetto, 2005; Oliveira et al., 2003; 2004; Tonetti, 2004).

A impossibilidade de conservação por longo prazo de sementes de algumas espécies de Lauraceae que foram classificadas como recalcitrantes (Davide et al., 2003) e a sazonalidade de produção podem tornar estas espécies mais vulneráveis a ações antrópicas e, conseqüentemente, mais susceptíveis ao processo de extinção. Dentre as espécies de Lauraceae ameaçadas de extinção encontram-se *Aniba rosaeodora*, *Ocotea catharinensis*, *Ocotea langsdorffii*, *Ocotea porosa* (IBAMA, 1992), *Nectandra grandiflora* e *Persea pyrifolia* (SEMA, 2002).

Diante do exposto observa-se que aspectos como o potencial fisiológico de armazenamento, a irregularidade de maturação e morfologia são fatores limitantes para a conservação de sementes de espécies de Lauraceae. Portanto, os objetivos deste trabalho foram:

- 1) classificar sementes de espécies florestais de Lauraceae de ocorrência natural na região sul de Minas Gerais, quanto ao seu comportamento no armazenamento;
- 2) verificar o efeito da coloração dos frutos e do armazenamento na viabilidade de sementes de espécies de Lauraceae;
- 3) adequar o método de raios X para verificar a ocorrência de alterações morfológicas internas e seus efeitos na qualidade de sementes de espécies de Lauraceae.

REFERÊNCIAS

BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; PEIXOTO, A. L. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2002. v. 1, 309 p.

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, June 1990.

BRASIL. **Política Nacional de Biodiversidade**: roteiro de consulta para elaboração de uma proposta. Brasília: MMA/SBF, 2000. 48 p. (Biodiversidade, 1).

CARVALHO, D. A. de.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. de A.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L. **Estudos florísitcos e fitossociológicos em remanescentes de Florestas Ripárias do Alto São Francisco e Bacia do Rio Doce- MG**. Lavras: UFLA, 1999. 39 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. C.; 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.

FAO. **Ex situ storage of seeds, pollen and in vitro cultures of perennial woody plant species**. Rome: FAO, 1993. 83 p. (FAO Forestry Paper, n. 113).

IBAMA. Portaria n. 37-N, 3 de abril 1992. **Lista oficial de flora brasileira ameaçada de extinção**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/flora/extinção.html>>. Acesso em: 29 nov. 2005.

MASETTO, T. E. **Estudos da sensibilidade à dessecação em sementes de *Eugenia handroana* D. Legrand (Myrtaceae)**. 2005 60 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2005.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; MITTERMEIER, C. G. **Megadiversity: earth's biologically wealthiest nations**. México: CEMEX, 1997. 501 p.

MORAES, P. L. R. de. **Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de espécies da família Lauraceae, no Parque Estadual de Carlos Botelho, São Paulo.** 1993. 190 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Rio Claro.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Utilização do teste de raios-X na avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 116-120, 2003.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M.; MASETTO, T. E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley – (Bignoniaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 138-143, 2004.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. **Remanescentes de matas ciliares do Alto e Médio Rio Grande:** florística e fitossociologia. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 27 p.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz Lavras, MG, e propostas de recuperação de áreas no entorno de nascentes.** 2003. 165 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2003.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 4, p. 499-514, 1973.

ROSA, L. dos S.; OHASHI, S. T. Influência do substrato e do grau de maturação dos frutos sobre a germinação do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 31, p. 49-55, jan./jun. 1999.

SEMA (Secretaria estadual do meio ambiente). Lista das espécies da flora ameaçadas de extinção do Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/pdf/espéciesameaçadas.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2005.

SILVA, A. da **Padrão de florescimento e frutificação, caracterização de diásporos e germinação de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez.).** 1997. 94 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 1997.

SLAGEREN, M.W. van. The Millennium Seed Bank: building partnerships in arid regions for the conservation of wild species. **Journal of Arid Environments**, London, v. 54, n.1, p. 195-201, 2003. Disponível em <<http://idealibrary.com>>. Acesso em 10 nov.2002.

SOUZA, J. A. de. **Avaliação das estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Poços de Caldas (MG)**. 1997. 104 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

TONETTI, O. A. O. **Melhoria da qualidade física e estudos da germinação de sementes de candeia (*Eremanthus incanus* (Less) e *Eremanthus erythropappus* (DC) Mac Leish)**. 2004. 81 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VERNALHA, M. M. “*Heilipus parvulus*” Bohn, 1943, praga da imbúia (*Phoebe porosa*) no horto florestal de Vila Velha. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1., 1953. Curitiba. **Anais...** Curitiba: Instituto Nacional do Pinho, 1953. p. 125-128.

ARTIGO 1

CLASSIFICAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DOS GÊNEROS *Nectandra* E *Ocotea* (LAURACEAE) QUANTO AO COMPORTAMENTO NO ARMAZENAMENTO

LETICIA RENATA DE CARVALHO¹, ANTONIO CLAUDIO DAVIDE²,
EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA³, MARIA LAENE
MOREIRA DE CARVALHO

(Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Sementes)

RESUMO- O conhecimento do comportamento das sementes no armazenamento permite a utilização de condições adequadas para a manutenção de sua viabilidade, o planejamento de programas de produção de mudas e a conservação *ex situ*. O objetivo deste estudo foi o de classificar sementes de cinco espécies de Lauraceae de ocorrência no sul de Minas Gerais, Brasil, quanto ao comportamento no armazenamento. Sementes de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra oppositifolia*, *Ocotea corymbosa* e *Ocotea pulchella* foram submetidas à avaliação da germinação e do grau de umidade antes e após a secagem artificial. As sementes apresentam comportamento recalcitrante, devido à sensibilidade à secagem.

Termos para indexação: conservação, sensibilidade à dessecação.

¹Engenheira Florestal, Dra – Departamento de Ciências Florestais/UFLA. Caixa Postal 3037, CEP 37200-000. Lavras, MG. drleticia2005@yahoo.com.br

²Eng. Agrônomo, Dr. Prof. Titular - Departamento de Ciências Florestais/UFLA.
acdavide@ufla.br

³Dr. Pesquisador/CNPq -Departamento de Engenharia Florestal/ UFLA. amaral@ufla.br.

⁴Engenheira agrônoma, Dra. Profª. - Departamento de agronomia/UFLA.
mlaenemc@ufla.br

**STORAGE BEHAVIOR OF FOREST SPECIES SEEDS OF *OCOTEA*
AND *NECTANDRA* GENEROS (LAURACEAE).**

ABSTRACT – Studies on seed storage behaviour allows the establishment of suitable conditions to maintain seed viability, in order to support programs of *ex situ* conservation and seedling production. Thus, this study aimed to investigate the seed storage behavior of five species of Lauraceae which grow in south of Minas Gerais State, Brazil. Seeds of *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra oppositifolia*, *Ocotea corymbosa* and *Ocotea pulchella* were assessed regarding germination and moisture content before and after artificial drying. The seeds show recalcitrant behaviour due to their desiccation sensitivity.

Index Terms: conservation, desiccation sensitivity.

INTRODUÇÃO

O armazenamento de sementes permite a disponibilidade das mesmas aos programas de reflorestamento e pesquisas sobre tecnologia e fisiologia de sementes. Todavia, o sucesso do armazenamento depende do conhecimento prévio do comportamento fisiológico no armazenamento (Hong et al., 1996), já que sementes de diferentes espécies exigem condições especiais para a sua conservação.

Roberts (1973) classificou as sementes em dois grupos em relação à tolerância à secagem e a temperaturas baixa: sementes ortodoxas e recalcitrantes. Sementes ortodoxas toleram a secagem a baixos níveis de umidade e temperaturas baixas no armazenamento. Essas sementes podem ser secas até cerca de 5% de umidade, acondicionadas em embalagem hermética e submetidas à temperatura de -18°C , o que permite a conservação da viabilidade por longo prazo (IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources, citado pela FAO, 1993).

As sementes recalcitrantes não sobrevivem à secagem a baixos níveis de umidade e não podem ser armazenadas por longo prazo (Roberts, 1973). Um comportamento intermediário entre o ortodoxo e recalcitrante foi proposto por Ellis et al. (1990). Neste caso, as sementes toleram a desidratação somente até o grau de umidade entre 7,0% e 10% e não toleram temperaturas baixas por tempo prolongado. Esses três padrões de comportamento no armazenamento são encontrados em sementes de diferentes espécies tropicais (Hong e Ellis, 1996).

Bonner (1990) propôs uma classificação para as sementes de espécies florestais, subdividindo o grupo das ortodoxas e das recalcitrantes em: 1) ortodoxas verdadeiras: sementes que toleram a secagem abaixo de 10% de umidade e, quando submetidas a temperaturas abaixo de zero, podem ser armazenadas por períodos relativamente longos, ou seja, durante 50 anos ou

mais. Essas sementes pertencem a espécies temperadas como aquelas dos gêneros *Abies*, *Larix*, e *Pinus*, dentre outras, e espécies tropicais, como aquelas dos gêneros *Acacia*, *Eucalyptus* e *Casuarina*, dentre outras; 2) sub-ortodoxas: são sementes que podem ser armazenadas sob as mesmas condições que as sementes do grupo anterior, mas, no máximo, por seis anos. Neste grupo estão as sementes com alto nível de lipídios, como *Juglans nigra* e sementes pequenas com tegumento fino, como as das espécies dos gêneros *Salix* e *Populus*; 3) temperadas recalcitrantes: são sementes sensíveis à dessecação a baixos níveis de umidade, mas, podem ser armazenadas por vários anos, em temperaturas próximas do congelamento. Este grupo inclui *Acer saccharinum*, *Quercus* spp. e *Aesculus hippocastanum*. Sementes secas até o grau de umidade em torno de 30% a 50%, armazenadas em ambiente com alta umidade relativa e com troca de gases podem ser conservadas durante 12 a 30 meses; 4) tropicais-recalcitrantes: são as sementes que também devem ser armazenadas em condições de alta umidade relativa e com troca de gases, porém, apresentam maior sensibilidade a baixas temperaturas e à dessecação, a exemplo de sementes de *Theobroma cacao* e *Hevea brasiliensis* (Chin, 1989) e de *Nectandra membranaceae*, espécie de Lauraceae (González, 1991).

Existem sugestões de associação entre o comportamento das sementes no armazenamento e o grupo ecológico das espécies. Swaine e Whitmore (1988) propuseram um sistema para classificação das espécies em grupos ecológicos que as separa em dois grupos principais: espécies pioneiras e espécies clímax, sendo este último grupo subdividido em clímax exigente de luz e clímax tolerante à sombra, de acordo com a intensidade luminosa exigida para o crescimento das plântulas. As sementes de espécies pioneiras necessitam de luminosidade intensa para a germinação, normalmente possuindo dormência e alta longevidade. Estas espécies regeneram-se por meio de banco de sementes e podem ser armazenadas por longo prazo (Kageyama e Viana, 1991), o que

corresponde ao comportamento ortodoxo de armazenamento (Roberts, 1973). As espécies clímax, cujas sementes não necessitam de luz direta para germinação e crescimento da plântula, apresentam reduzida longevidade e regeneram-se, principalmente, por meio de banco de plântulas. Dentro deste grupo podem ser encontradas sementes recalcitrantes que são ricas em lipídios (Kageyama e Viana, 1991).

Espécies clímax normalmente apresentam comportamento sazonal na produção de sementes (Bonner, 1990), o que dificulta a disponibilidade para atender aos programas florestais. A impossibilidade de conservação dessas sementes por longo prazo e a sazonalidade de produção podem tornar estas espécies mais vulneráveis a ações antrópicas e, conseqüentemente, mais susceptíveis ao processo de extinção. Dentre as espécies de Lauraceae ameaçadas de extinção encontram-se *Nectandra grandiflora* e *Persea pyrifolia* (SEMA, 2002).

A família Lauraceae possui 50 gêneros e cerca de 2.500 espécies amplamente distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, sendo que no Brasil ocorrem 22 gêneros e 390 espécies (Barroso et al., 2002). Levantamentos florísticos de remanescentes de florestas têm mostrado que a família Lauraceae destaca-se pelo grande número de espécies clímax, como foi verificado no planalto de Poços de Caldas (Souza, 1997) e no entorno de nascentes da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, município de Lavras, Sul de Minas Gerais (Pinto, 2003).

Informações sobre o comportamento no armazenamento de sementes de espécies de Lauraceae são escassas (Hong et al., 1996). Estes autores verificaram que, dentre 34 espécies, 74% apresentavam indícios de recalcitrância. Apenas duas espécies tiveram suas sementes classificadas como possivelmente ortodoxas: *Sassafras albidum* e *Cinnamomum camphora*. No entanto, Chien e Lin (1999) enquadraram as sementes desta última espécie no

grupo das intermediárias, devido à tolerância à secagem até 6,7% de umidade e alta sensibilidade à temperatura de -20°C . Da mesma forma, sementes de *Neolitsea parvigemma*, *Lindera megaphylla* e *Cinnamomum subavenium* também apresentaram características de comportamento intermediário (Lin, 1996).

No caso de espécies de Lauraceae nativas do Brasil, têm sido observadas sementes com comportamento recalcitrante (Carvalho, 1994; Davide et al., 2003). Apesar das pesquisas mostrarem que sementes de espécies de Lauraceae apresentam uma tendência à recalcitrância, o número de espécies estudadas é pequeno diante da grande diversidade de espécies. Além disso, segundo Hong e Ellis (1996), a classificação das sementes quanto ao comportamento no armazenamento depende do estudo de tolerância à secagem e à temperatura abaixo de zero.

Diante da crescente demanda de sementes de espécies nativas, pelo setor florestal, para atender aos programas de conservação e produção, este trabalho teve o objetivo de classificar as sementes de cinco espécies de Lauraceae quanto ao comportamento no armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécies estudadas e origem das sementes - O trabalho envolveu cinco espécies de Lauraceae dos gêneros *Ocotea* e *Nectandra* de ocorrência natural no Sul de Minas Gerais, nos municípios de Ijaci, Itumirim e Lavras (Tabela 1). O município de Ijaci encontra-se a 832m de altitude, 21°10'13"S de latitude e 44°55'31"W de longitude. O município de Itumirim possui altitude de 870m e está localizado a 21°19'02"S de latitude e 44°52'14"W de longitude (Coordenadoria Regional do Departamento de Estradas e Rodagem /MG, 2005). O município de Lavras possui altitude de 919m, encontra-se a 21°14'S de latitude e 45°00'W de longitude (Brasil, 1992a). O clima da região de Lavras é classificado como de transição entre Cwb e Cwa, ou seja, verões quentes e úmidos com inverno seco e moderado, de acordo com a classificação de Köppen (Köppen, 1936). A temperatura e a precipitação média anual são iguais a 19,4°C e 1.529,7mm, respectivamente (Brasil, 1992a).

TABELA 1. Espécies estudadas, local de coleta, grupo ecológico, época de coleta e número de matrizes coletadas para cada espécie. CS: clímax tolerante à sombra; CL: clímax exigente de luz. (1) Oliveira-Filho et al., 1995; (2) Carvalho et al., 1999.

| Nome científico Nome vulgar | Local de coleta (município) | Grupo ecológico (referência) | Época de coleta | Número de árvores coletadas |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| <i>Nectandra grandiflora</i> Nees Canela-fedida | Ijaci | CS (2) | Dezembro 2001 | 6 |
| <i>Nectandra lanceolata</i> Nees Canela-cedro | Itumirim | CL (2) | Janeiro 2002 | 4 |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> Nees Canela-amarela | Lavras | CL (1) | Novembro 2001 | 1 |
| <i>Ocotea corymbosa</i> (Meisner) Mez Canela-preta | Itumirim | CL (1) | Setembro 2003 | 2 |
| <i>Ocotea pulchella</i> Nees (Mez) Canelinha | Lavras | CL (1) | Setembro 2003 | 4 |

Coleta - As árvores de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea corymbosa* e *Ocotea pulchella* foram encontradas em agrupamentos. As árvores matrizes estavam distanciadas cerca de 50m, seguindo recomendações de Sebben (2002), com exceção para *Ocotea corymbosa*, cujas matrizes estavam distantes cerca de 30m uma da outra. No caso de *Nectandra oppositifolia*, foi encontrada apenas uma matriz de ocorrência isolada.

A colheita dos frutos foi realizada na época de dispersão, quando foi observada a queda espontânea. Os dados sobre a época de dispersão e o número de matrizes coletadas para a formação do lote de sementes de cada espécie encontram-se na Tabela 1. Durante a coleta, foi utilizado podão para cortar os ramos que continham frutos com diferentes colorações devido à irregularidade de maturação. Após a coleta, os frutos foram acondicionados em sacos de aniagem e transportados para o Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados aqueles que apresentaram coloração de frutos por ocasião da dispersão. Frutos de *Nectandra oppositifolia* e de *Ocotea pulchella* permaneceram acondicionados por 24 horas em sacos de aniagem e os de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata* e de *Ocotea corymbosa* permaneceram acondicionados por dois dias em sacos de aniagem, antes do beneficiamento.

Beneficiamento - Frutos de *Ocotea corymbosa* e de *Ocotea pulchella* foram umedecidos e acondicionados em saco plástico durante 24 horas para facilitar a remoção da polpa. Os frutos foram macerados em peneira sob água corrente, para a eliminação da polpa. Após a remoção da polpa, as sementes foram lavadas em solução de hipoclorito de sódio 1,0%, durante cinco minutos. Sementes que boiaram na solução foram descartadas e o restante foi enxaguado três vezes em água. O excesso de água foi retirado com papel toalha. O trabalho envolveu apenas sementes que não apresentaram danos visuais.

Determinação do número de sementes por kg – Inicialmente foi determinado o peso de 1.000 sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992b). Para todas as espécies foram utilizadas oito repetições de 100 sementes, com exceção de *Nectandra oppositifolia*, com quatro repetições. A partir do peso de 1.000 sementes foi calculado o número de sementes/kg.

Metodologia para a classificação das sementes quanto ao comportamento no armazenamento – Para a classificação das sementes foi utilizada a metodologia de acordo com o protocolo sugerido por Hong e Ellis (1996) (Figura 1).

Determinação do grau de umidade - O grau de umidade foi determinado antes e após a secagem. A determinação foi efetuada sob temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 17 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992b). Para todas as espécies foram utilizadas quatro repetições. Para *Ocotea pulchella* foram utilizadas seis sementes, para *Ocotea corymbosa* foram utilizadas 10 sementes por repetição, cortadas transversalmente ao meio. Para *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata* e *Nectandra oppositifolia*, foram utilizadas três sementes por repetição, que foram cortadas longitudinalmente e transversalmente ao meio.

Avaliação da viabilidade - A viabilidade das sementes foi determinada utilizando-se o teste de germinação antes e após a secagem. O teste foi realizado sobre areia que foi previamente autoclavada e molhada sempre que necessário. A germinação foi considerada como a formação de plântulas normais (1cm de epicótilo) quando foi possível visualizar os primórdios foliares. A temperatura utilizada foi 25°C sob luz constante, conforme Davide et al. (2003). Para cada espécie foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes. Os testes foram finalizados quando ocorreu estabilização de germinação. Os dados sobre o período do teste, para cada espécie, encontram-se na Tabela 2.

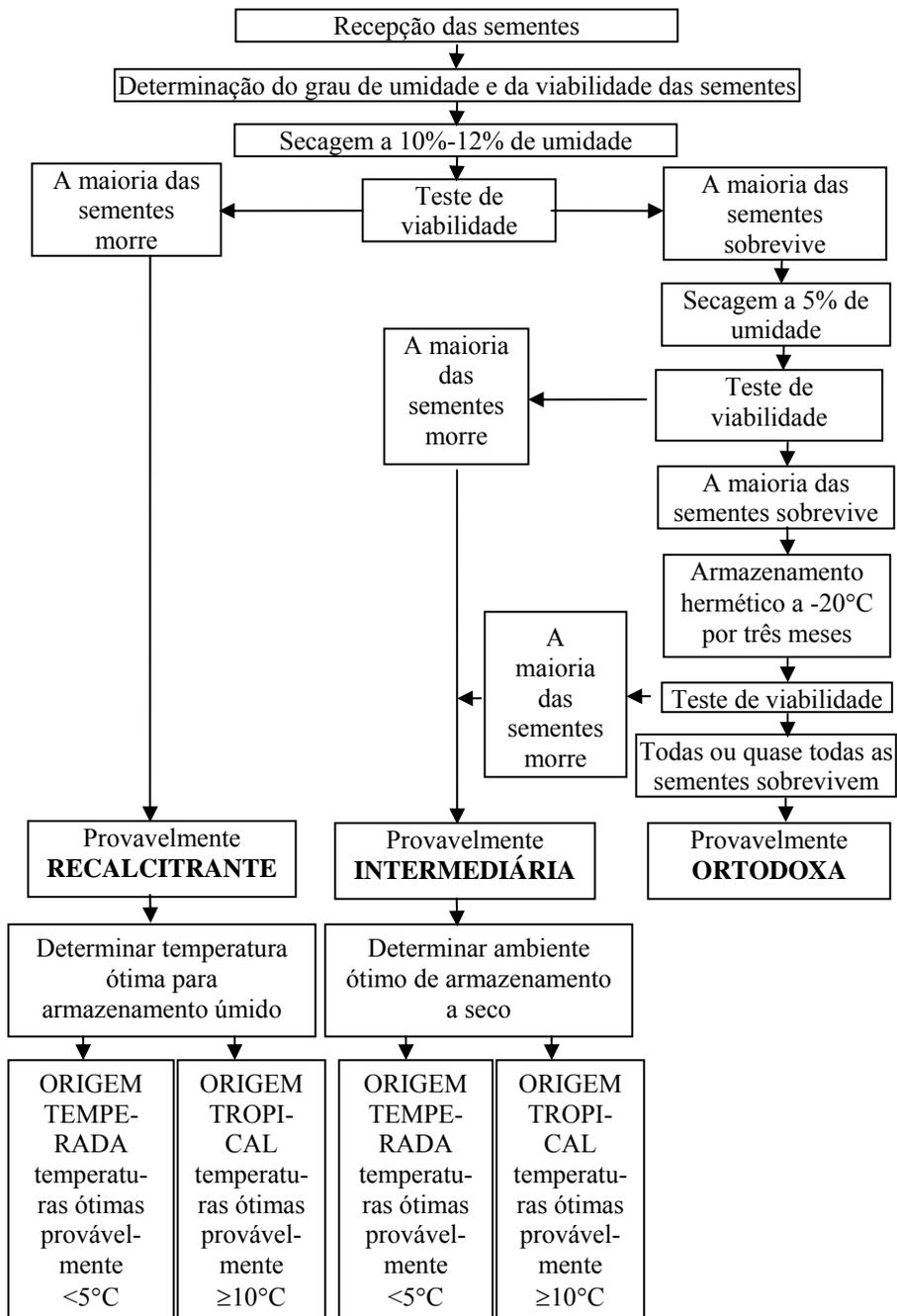


FIGURA1. Esquema simplificado do protocolo para determinar o comportamento de sementes no armazenamento (Hong e Ellis, 1996).

TABELA 2. Duração do período do teste de germinação e do período de secagem das sementes.

| Espécie | Duração do teste de germinação (dias) | Período de secagem (dias) |
|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| <i>Nectandra grandiflora</i> | 90 | 65 |
| <i>Nectandra lanceolata</i> | 100 | 65 |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> | 100 | 75 |
| <i>Ocotea corymbosa</i> | 72 | 55 |
| <i>Ocotea pulchella</i> | 64 | 50 |

Secagem das sementes - A secagem foi realizada em sala climatizada (20°C; 60%UR), condição utilizada para a secagem de sementes destinadas ao armazenamento no Laboratório de Sementes Florestais da UFLA. Os dados sobre o tempo de secagem das sementes para cada espécie encontram-se na Tabela 2.

As sementes foram pesadas diariamente com o objetivo de monitorar a perda de umidade utilizando-se a fórmula descrita por Hong e Ellis (1996):

$$\text{Peso (g) correspondente à umidade desejada} = \frac{(100 - \text{Umidade inicial})}{(100 - \text{Umidade desejada})} \times \text{Peso inicial}$$

Análise dos dados para a classificação das sementes quanto ao comportamento no armazenamento – Os dados de porcentagem de germinação foram interpretados conforme protocolo de classificação estabelecido por Hong e Ellis (1996), esquematizado na Figura 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes apresentaram grau de umidade inicial variando de 38,3% para *Ocotea corymbosa* a 50,4%, para *Ocotea pulchella* (Tabela 3). A condição de secagem utilizada (20°C, 60%UR) permitiu a redução do grau de umidade das sementes até a faixa de 11% a 15% de umidade. As sementes das espécies de *Ocotea corymbosa* e *Ocotea pulchella* tiveram o grau de umidade reduzido até a faixa de umidade proposta por Hong e Ellis (1996), ou seja, 11,6% e 10,7%, respectivamente, enquanto que aquelas das espécies de *Nectandra* atingiram equilíbrio higroscópico com o grau de umidade mais elevado, ou seja, de 13,2% a 14,6%, como observado para sementes de *Nectandra oppositifolia* e de *Nectandra lanceolata*, respectivamente (Tabela 3).

O grau de umidade mais elevado observado no ponto de equilíbrio higroscópico para as sementes de *Nectandra* pode ter ocorrido devido ao fato

TABELA 3. Grau de umidade (U) e porcentagem de germinação (G) antes e após a secagem e número de sementes/kg das sementes das espécies estudadas.

| Espécies Nome científico | Sementes recém-beneficiadas | | Sementes secas | | Número de sementes/kg |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------------|
| | U (%) (desvio padrão) | G (%) | U (%) | G (%) | |
| <i>Nectandra grandiflora</i> | 42,8 (0,4) | 76,3 (2,5) | 13,7 (0,5) | 0,0 — | 462 |
| <i>Nectandra lanceolata</i> | 41,3 (0,9) | 76,3 (8,5) | 14,6 (0,7) | 0,0 — | 950 |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> | 40,7 (0,6) | 73,8 (4,8) | 13,2 (0,6) | 0,0 — | 1.275 |
| <i>Ocotea corymbosa</i> | 38,3 (0,2) | 75,0 (10,8) | 11,6 (0,6) | 5,0 (4,1) | 12.390 |
| <i>Ocotea pulchella</i> | 50,4 (0,6) | 80,0 (4,1) | 10,7 (0,4) | 0,0 — | 7.231 |

destas sementes serem maiores do que aquelas de espécies de *Ocotea* envolvidas no trabalho.

De acordo com Brasil (1992b) e ISTA (2004), sementes pequenas são aquelas que apresentam mais de 5.000 unidades/kg, enquanto que sementes grandes apresentam menos que 5.000 unidades/kg. Portanto, sementes das espécies de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra oppositifolia* e de *Nectandra lanceolata* são consideradas grandes, enquanto que aquelas de *Ocotea pulchella* e de *Ocotea corymbosa* são pequenas (Tabela 3). Outro fator que pode ter interferido no grau de umidade atingido após a secagem é a constituição química dessas sementes. A constituição química dos tecidos das sementes é considerada como a principal interferência sobre o ponto de equilíbrio higroscópico em determinada condição de secagem (Von Pinho, 1998), ou seja, sementes oleaginosas atingem grau de umidade inferior em relação àquelas ricas em amido (Priestley, 1986, citado por Marcos Filho, 2005).

A germinação inicial das sementes variou de 73,8% a 80%, como foi observado para sementes de espécies de *Nectandra oppositifolia* e *Ocotea pulchella*, respectivamente. As sementes das espécies do gênero *Nectandra* e de *Ocotea pulchella* apresentaram perda total de germinação após a secagem e sementes de *Ocotea corymbosa* apresentaram perda de 70 pontos percentuais da germinação inicial (Tabela 3). Assim, estas sementes foram enquadradas no grupo das provavelmente recalcitrantes, devido à sensibilidade à secagem, conforme Hong e Ellis (1996) (Figura 1).

Da mesma forma, Maluf et al. (2000) também sugeriram que sementes de *Ocotea corymbosa* possam ser recalcitrantes. Outras espécies pertencentes aos gêneros *Ocotea* e *Nectandra* também tiveram suas sementes classificadas como recalcitrantes, a exemplo de *Ocotea odorifera*, *Nectandra nitidula* (Davide et al., 2003) e *Nectandra membranaceae* (González, 1991). Carvalho (1994) também afirmou que sementes de *Ocotea catharinensis* e de *Ocotea puberula*

possuem curta longevidade quando armazenadas em condições não controladas. Bancos de dados têm mostrado que sementes de outras espécies dos gêneros *Ocotea* e *Nectandra* podem ser recalcitrantes (Hong et al., 1996; Tweddle et al., 2005).

A condição de secagem utilizada neste trabalho permitiu uma secagem lenta, ou seja, o período de secagem variou de 50 dias, para sementes de *Ocotea pulchella* a 75 dias, para sementes de *Nectandra oppositifolia* (Tabela 2).

O desenvolvimento de sementes ortodoxas pode ser dividido em três fases principais: histo-diferenciação, maturação e secagem. Durante a fase de maturação, essas sementes adquirem tolerância à dessecação, que é mantida após a dispersão (Bewley e Black, 1994). A secagem até o grau de umidade de 5,0% a 15,0% pode levar as sementes ao estado de quiescência, o que causa redução do metabolismo até níveis mínimos, permitindo que elas permaneçam vivas, mesmo sob condições adversas. Após a hidratação, estas sementes podem retomar o metabolismo direcionado para o processo de germinação (Bewley e Black, 1994).

Por outro lado, sementes recalcitrantes não sofrem a secagem no final da maturação e são dispersas com elevado grau de umidade permanecendo metabolicamente ativas, sensíveis à secagem e podendo germinar logo após a dispersão (Faria et al., 2004; Farrant et al., 1986, Pammenter e Berjak, 2000).

A taxa de secagem pode influenciar na tolerância à dessecação. Por exemplo, para sementes ortodoxas de milho, colhidas com elevado grau de umidade, a secagem lenta permitiu indução à tolerância à secagem sob temperaturas elevadas (Rosa, 2000). Já para sementes recalcitrantes de *Avicennia marina* (Farrant et al., 1986) e *Ekebergia capensis* (Pammenter et al., 1998; Pammenter et al., 2000), e eixos embrionários de *Trichilia dregeana*, *Castanospermum australe* e de *Camellia sinensis* (Pammenter et al., 2000), a secagem rápida possibilita uma maior redução do grau de umidade antes da

perda de viabilidade. O menor grau de umidade tolerado por estas sementes é sempre maior do que aquele tolerado pelas sementes ortodoxas ou intermediárias (Pammenter e Berjak, 1999). Pammenter et al. (2000) ressaltaram dois tipos de danos que ocorrem em sementes recalcitrantes quando submetidas à secagem lenta: danos relacionados a macromoléculas e danos decorrentes da manutenção das sementes em níveis intermediários de água, levando ao estresse oxidativo como consequência do metabolismo desregulado. Portanto, o protocolo para a classificação das sementes quanto ao comportamento no armazenamento deve considerar a taxa de secagem das sementes.

Sementes recalcitrantes de espécies tropicais têm sido caracterizadas como sementes grandes (Bonner, 1990; Kageyama e Viana, 1991). No entanto, espécies de *Ocotea pulchella* e *Ocotea corymbosa* possuem sementes pequenas, ou seja, 7.231 e 12.390 sementes/kg, respectivamente (Tabela 3). Da mesma forma, Davide et al. (2003) classificaram sementes de *Persea pyrifolia* e de *Ocotea odorifera* como recalcitrantes. Para estas espécies, foram verificadas 3.850 sementes/kg e 4.550 sementes/kg, respectivamente (Davide et al., 1995). Portanto, estudos recentes envolvendo espécies florestais nativas do Brasil têm revelado a ocorrência de sementes pequenas com comportamento recalcitrante.

As espécies envolvidas neste trabalho pertencem ao grupo ecológico das clímax (Tabela 1). Os resultados deste trabalho estão de acordo com as sugestões de Kageyama e Viana (1991) e de Pammenter e Berjak (2000) de que sementes recalcitrantes são típicas de espécies clímax. Davide et al. (2003) também verificaram comportamento recalcitrante para as sementes de quatro espécies de Lauraceae pertencentes ao grupo ecológico das espécies clímax.

A irregularidade de frutificação, como foi observado para as espécies de Lauraceae envolvidas neste estudo, e para *Ocotea catharinensis* (Silva, 1997), aliada à tendência dessas espécies possuírem sementes recalcitrantes dificulta a disponibilidade das mesmas aos programas florestais.

Sementes recalcitrantes podem ser armazenadas pelos métodos de armazenamento úmido, secagem parcial, condições de atmosfera controlada e criopreservação (Chin, 1995). A criopreservação tem se mostrado como a única alternativa promissora para a conservação por período prolongado, principalmente de eixos embrionários de sementes recalcitrantes (Pence, 1992; Chin, 1995). No entanto, esta técnica encontra-se em aperfeiçoamento e, dentre os aspectos que devem ser estudados, encontram-se as taxas de secagem e o conhecimento do grau crítico de umidade de eixos embrionários (Liang e Sun, 2000).

Estudos são necessários para determinar condições de armazenamento que possibilitem a manutenção da viabilidade de sementes recalcitrantes pelo maior período possível. Essas informações são importantes para os programas de produção de mudas, de forma a atender à crescente demanda, principalmente de projetos de recuperação de áreas degradadas.

CONCLUSÃO

As sementes das espécies *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra oppositifolia*, *Ocotea corymbosa* e *Ocotea pulchella* apresentam comportamento de armazenamento recalcitrante.

REFERÊNCIAS

BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; PEIXOTO, A. L. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2002. v. 1, 309 p.

BERJAK, P.; PAMMENTER, W. Understanding and handling desiccation sensitive seeds. In: SMITH, R. D.; DICKIE, J. B.; LININGTON, S. H.; PRITCHARD, H. W.; PROBERT, R. J. **Seed conservation turning science into practice**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2003. p. 417-430.

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

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, June 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Normais Climatológicas 1961-1990**. Brasília: DNDV/CLV, 1992a. 84 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992b. 365 p.

BRASIL. **Convenção sobre diversidade biológica**: conferência para adoção do texto acordado da CDB – Ato Final de Nairobi. Brasília: MMA/SBF, 2000. 60 p. (Biodiversidade, 2).

CARVALHO, D. A de.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de Florestas Ripárias do Alto São Francisco e Bacia do Rio Doce- MG**. Lavras: UFLA, 1999. 39 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

CHIEN, C. T.; LIN, T. P. Effects of moisture content and temperature on the storage and germination of *Cinnamomum camphora* seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 2, p. 315-320, 1999.

CHIN, H. F. **Recalcitrant seeds**. Malaysia: Universiti Pertanian Malaysia, 1989. 17 p. (Extension Bulletin, 288).

CHIN, H. F. Storage of Recalcitrant Seeds. In: BASRA, A. S. **Seed quality** – basic mechanisms and agricultural implications. New York: The Haworth Press, 1995. p. 209-222.

COORDENADORIA REGIONAL DO DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM/MG. 2005. Disponível em: <http://www.der.mg.gov.br/municípios>. Acesso em: 18 nov. 2005.

DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. C.; 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.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE; Lavras: UFLA, 1995. 41 p.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, Cambridge, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, Sept. 1990.

FAO. **Ex situ storage of seeds, pollen and in vitro cultures of perennial woody plant species**. Rome: FAO, 1993. 83 p. (FAO Forestry Paper, n. 113).

FARIA, J. M. R.; LAMMEREN, A. A. M. van; 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, June 2004.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. The increasing desiccation sensitivity of recalcitrant *Avicennia marina* seeds with storage time. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 67, n. 2, p. 291-298, June 1986.

GONZÁLEZ J. E. Contenido de humedad y germinacion de semillas de *Virola koschnyi* Warb. and *Nectandra membranacea* (Sw) Griseb. **Brenesia**, San Jose, v. 35, p. 81-84, 1991.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55 p. (IPGRI. Technical Bulletin, 1).

HONG, T. D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. **Seed storage behaviour: a compendium**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. (IPGRI. Handbooks for Genebanks).

ISTA. International Rules for Seed Testing. Zürich, 2004. 180 p.

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia, SP. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.

KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Ed.). **Handbuch der klimatologie**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1936. v. 1, p. 1-44, part C.

LIANG, Y.; SUN, W. Q. Desiccation tolerance of recalcitrant *Teobroma cacao* embryonic axes: the optimal drying rate and its physiological basis. **Journal of Experimental Botany**, Cambridge, v. 51, n. 352. p. 1911-1919, 2000.

LIN, T. P. Seed storage behaviour deviating from the orthodox and recalcitrant type. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 24, n. 3, p. 523-532, 1996.

MALUF, A. M.; PASSOS, R.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Longevidade e germinação dos diásporos de *Ocotea corymbosa* (Meissn) Mez. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 39-44, jan./mar. 2000.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 2005. v. 12, 495 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. **Remanescentes de matas ciliares do Alto e Médio Rio Grande**: florística e fitossociologia. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 27 p.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, n. 1, p. 13-37, Mar. 1999.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, p. 56-69, 2000. Edição Especial.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P.; WALTERS, C. The effect of drying rate on recalcitrant seeds: “lethal water contents”, causes of damage, and quantification of recalcitrance. In: BLACK, M.; BRADFORD, K. J.; VAZQUEZ-RAMOS, J. (Ed.). **Seed biology: advances and applications**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 215-221.

PAMMENTER, N. W.; GREGGAINS, V.; KIOKO, J. I.; WESLEY-SMITH, J.; BERJAK, P.; FINCH-SAVAGE, W. E. Effect of differential drying rates on viability retention of recalcitrant seeds of *Ekebergia capensis*. **Seed Science Research**, Wallington, v. 8, n. 4, p. 463-471, Dec. 1998.

PENCE, V. C. Desiccation and survival of *Aesculus*, *Castanea*, and *Quercus* embryo axes through cryopreservation. **Cryobiology**, San Diego, v. 29, p. 391-399, 1992.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz Lavras, MG, e propostas de recuperação de áreas no entorno de nascentes**. 2003. 165 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

ROSA, S. D. V. F. da. **Indução de tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho por meio de pré-condicionamento a baixa temperatura**. 2000. 121 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 4, p. 499-514, 1973.

SEBBEN, A. M. Número de árvores matrizes e conceitos genéticos na coleta de sementes para reflorestamentos com espécies nativas. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 115-132, dez. 2002.

SEMA (Secretaria estadual do meio ambiente). Lista das espécies da flora ameaçadas de extinção do Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/pdf/espéciesameaçadas.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2005.

SILVA, A. da **Padrão de florescimento e frutificação, caracterização de diásporos e germinação de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez.)**. 1997. 94 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 1997.

SLAGEREN, M. W. van. The Millennium Seed Bank: building partnerships in arid regions for the conservation of wild species. **Journal of Arid Environments**, London, v. 54, n. 1, p. 195-201, 2003. Disponível em: <<http://idealibrary.com>>. Acesso em: 10 nov. 2002.

SOUZA, J. A. de **Avaliação das estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Poços de Caldas (MG)**. 1997. 104 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 75, n. 1/2, p. 81-86, May 1988.

TWEDDLE, J. C.; TURNER, R. M.; DICKIE, J. B. 2003. **Seed Information Database**. Disponível em: <<http://www.kew.org/sid>>. Acesso em: 20 nov. 2005.

VON PINHO, E. V. de R. **A secagem de sementes: curso de especialização pós-graduação “Lato Senso” por tutoria à distância**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1998. 72p.

ARTIGO 2

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE LAURACEAE

LETICIA RENATA DE CARVALHO¹, EDVALDO APARECIDO
AMARAL DA SILVA², ANTONIO CLAUDIO DAVIDE³, MARIA LAENE
MOREIRA DE CARVALHO⁴

(Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Sementes)

RESUMO - É crescente a necessidade de sementes de espécies florestais para atender aos programas de reabilitação de ecossistemas naturais, de conservação e de produção florestal. Assim, o objetivo deste estudo foi o de contribuir com informações a respeito da conservação de sementes de espécies de Lauraceae, verificando o efeito da coloração de frutos por ocasião da dispersão e do armazenamento na viabilidade de sementes de *Nectandra nitidula* e *Nectandra lanceolata*, e o efeito do armazenamento na viabilidade de sementes de *Nectandra grandiflora*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*. Sementes de frutos escuros e de frutos verdes de *Nectandra nitidula* e de *Nectandra lanceolata* e de frutos escuros de *Nectandra grandiflora*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia* foram acondicionadas em embalagem semipermeável e armazenadas em câmara fria (5°C, 60%UR). As avaliações do grau de umidade e da porcentagem de germinação foram realizadas logo após o beneficiamento e com intervalos de 3 meses, durante 12 meses de armazenamento. Sementes de frutos verdes de *Nectandra nitidula* e *Nectandra lanceolata* apresentam menor potencial de armazenamento em relação àquelas de frutos escuros. O armazenamento possibilita o aumento de germinação para sementes de frutos escuros até o

terceiro mês (*Ocotea pulchella* e *Nectandra grandiflora*), até 4,5 meses (*Persea pyrifolia*) e até o sexto mês para sementes de *Nectandra lanceolata*. Sementes de frutos escuros armazenadas não apresentam perda de porcentagem de germinação inicial, considerando protrusão radicular, até 6 meses (*Nectandra nitidula*), 8 meses (*Nectandra grandiflora*), 11 meses (*Nectandra lanceolata*) e até 12 meses (*Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*).

Termos para indexação: conservação, *Nectandra*, *Ocotea*, *Persea*.

¹Engenheira Florestal, Dra – Departamento de Ciências Florestais/ UFLA. Caixa Postal 3037, CEP 37200-000. Lavras, MG. drleticia2005@yahoo.com.br

²Dr. Pesquisador/CNPq -Departamento de Engenharia Florestal/ UFLA. amaral@ufla.br.

³Eng. Agrônomo, Dr., Prof. Titular - Departamento de Ciências Florestais/UFLA. acdavide@ufla.br

⁴Engenheira agrônoma, Profa. Dra. - Departamento de agronomia/UFLA. mlaenemc@ufla.br

STORAGE OF LAURACEAE FOREST SPECIES SEEDS

ABSTRACT - Because of the increasing necessity of forest species seeds to support programs of ecological restoration, forest production and conservation, the objective of this study was to contribute with informations on seed conservation of Lauraceae species. It was studied the effect of the fruits color at the time of seed dispersion and storage on viability of *Nectandra nitidula* and *Nectandra lanceolata* seeds. We also studied the effect of storage on viability of seeds from dark fruits of *Nectandra grandiflora*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*. Seeds from dark and green fruits of *Nectandra nitidula* and *Nectandra lanceolata* and seeds from dark fruits of the *Nectandra grandiflora*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia* were packed in semi-permeable package and storage in cold-chamber (5°C, 60%RH). The evaluations of viability and moisture content were done right after seed processing and with intervals of 3 months, during 12 months of storage. Seeds from the green fruits of *Nectandra nitidula* and *Nectandra lanceolata* show shorter storability in relation to those from dark fruits. The germination rates of seeds from dark fruits increased until the 3rd month (*Ocotea pulchella*, *Nectandra grandiflora*), until 4,5 months (*Persea pyrifolia*) and until the 6th month (*Nectandra lanceolata*). Seeds from dark fruits do not show decrease of initial germination rates (radicle protrusion) until 6 months of storage (*Nectandra nitidula*), 8 months (*Nectandra grandiflora*), 11 months (*Nectandra lanceolata*) and 12 months (*Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*).

Index terms: conservation, *Ocotea*, *Nectandra*, *Persea*.

INTRODUÇÃO

Como parte importante da flora brasileira, destaca-se a família Lauraceae, que no Brasil, possui 22 gêneros e cerca de 390 espécies (Barroso et al., 2002), conhecidas como “canelas”.

Levantamentos florísticos de remanescentes de florestas têm mostrado grande número de espécies de Lauraceae, como foi verificado no planalto de Poços de Caldas (Souza, 1997) e no entorno de nascentes da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, município de Lavras, Sul de Minas Gerais (Pinto, 2003), sendo que *Nectandra nitidula*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia* foram indicadas para a recuperação de áreas no entorno dessas nascentes. *Nectandra lanceolata* também é indicada para reflorestamentos (Lorenzi, 1992). Além disso, espécies como *Persea pyrifolia*, *Ocotea pulchella* (Lorenzi, 1992) e *Nectandra nitidula* (Lorenzi, 1998) são indicadas para o paisagismo. Todavia, algumas espécies de Lauraceae encontram-se ameaçadas de extinção, como *Aniba rosaeodora*, *Ocotea catharinensis*, *Ocotea langsdorffii* e *Ocotea porosa* (IBAMA, 1992); *Nectandra grandiflora* e *Persea pyrifolia* (SEMA, 2002).

A conservação da diversidade biológica deve ser realizada *in situ* por meio de unidades de conservação e complementada pelo método *ex situ* (Brasil, 2000), que pode ser realizado por meio do armazenamento de sementes por longo prazo. Esta forma de conservação de recursos genéticos é considerada econômica e segura (Slageren, 2002), todavia, para que seja feita corretamente é necessário o conhecimento do comportamento das sementes durante a secagem e armazenamento (Hong e Ellis, 1996). Assim, Roberts (1973) separou as sementes em dois grupos em relação à sua tolerância à secagem e à capacidade de armazenamento. Sementes ortodoxas toleram a secagem a baixos níveis de umidade e temperaturas abaixo de zero no armazenamento. Estas sementes podem ser armazenadas por longo prazo, com grau de umidade reduzido até

5,0% a 7,0%, acondicionadas em embalagens herméticas e armazenadas à temperatura de -18°C (IBPGR- International Board for Plant Genetic Resources, 1976 citado pela FAO, 1993).

Por outro lado, sementes recalcitrantes não toleram estas condições de secagem e, conseqüentemente, não podem ser armazenadas por longo prazo. Sementes recalcitrantes não podem ser secas sem que ocorram danos (Roberts, 1973). Este grupo de sementes apresenta uma escala contínua de sensibilidade à dessecação e a temperaturas baixas (Farrant et al., 1988).

O limite mínimo de umidade para a manutenção da viabilidade dessas sementes é, em geral, de 20% a 35% (Chin, 1989). No entanto, para espécies de Lauraceae, foi observado que a secagem até esta faixa de umidade causou a morte das sementes. Por exemplo, sementes de *Nectandra membranacea* apresentaram o grau de umidade inicial de 52,0%, tendo a redução para 33,0% causado a perda completa da viabilidade (González, 1991). O mesmo foi observado para sementes de *Cryptocarya aschersoniana* quando tiveram o grau de umidade reduzido de 47,5% para 20,0% (Tonetti, 2000).

Quanto à variação de sensibilidade a baixas temperaturas de sementes recalcitrantes, sementes de *Theobroma cacao* contendo 40% de umidade foram acondicionadas em embalagem semipermeável sob 20°C e apresentaram 72% de germinação aos 90 dias, tendo a temperatura baixa de 5°C causado a morte dessas sementes após 15 dias de armazenamento (Zink e Rochelle, 1964). As sementes desta espécie são sensíveis à temperatura de 15°C (Hor, citado por Chin, 1989). Por outro lado, sementes recalcitrantes de Lauraceae, como aquelas de *Cryptocarya aschersoniana* (Tonetti, 2000), resistiram à temperatura de 5°C durante vários meses.

Farrant et al. (1988) subdividiram as sementes recalcitrantes em três categorias quanto à sensibilidade à dessecação e temperaturas baixas: 1) sementes pouco recalcitrantes: podem suportar maior perda de água, permanecem viáveis

por períodos relativamente longos desde que não estejam desidratadas a níveis extremos e toleram temperaturas relativamente baixas, porém, nunca zero ou abaixo de zero, como *Quercus* e *Araucaria*. Essas sementes pertencem a espécies de distribuição tropical ou temperada, para as quais as condições ambientais não são sempre favoráveis para o desenvolvimento das plântulas; 2) sementes moderadamente recalcitrantes: toleram moderada desidratação, são sensíveis a baixas temperaturas, permanecem viável por várias semanas se o teor de água for mantido alto e germinam um pouco mais rapidamente do que aquelas da categoria acima. Essas sementes são de espécies tropicais, a exemplo de *Theobroma cacao* e *Hevea brasiliensis*; 3) sementes altamente recalcitrantes: são extremamente sensíveis à dessecação e a baixas temperaturas, permanecendo viáveis por um período muito curto. Estas sementes pertencem a espécies de florestas tropicais ou de ambientes aquáticos, e germinam rapidamente após a dispersão, como, por exemplo, *Avicennia marina* (Farrant et al., 1988) e *Inga vera* subsp. *affinis* (Faria et al., 2004).

Os métodos de armazenamento de sementes recalcitrantes ou sensíveis à dessecação que apresentam melhores resultados são aqueles que consideram os fatores limitantes para a sua conservação, como, por exemplo, condições que evitam a perda de água, tratamento preventivo contra microrganismos e germinação durante o armazenamento, e a manutenção de um suprimento adequado de oxigênio (King e Roberts, 1980). Dentre estes métodos, está o armazenamento úmido (Chin, 1989).

O armazenamento úmido consiste em manter as sementes com elevado grau de umidade, ou seja, umidade verificada em sementes recém-colhidas. Esta forma de armazenamento pode ser realizada em serragem, carvão ou areia umedecida, sob temperaturas de 4°C a 20°C (Chin, 1989). Bonner (1978) recomendou, para sementes recalcitrantes, o uso de embalagem de polietileno com espessura de 0,1mm, que evita a perda de água, mas que permite troca

gasosa suficiente entre as sementes e o ambiente externo. As trocas gasosas devem ocorrer devido às altas taxas de respiração, podendo o bloqueio de trocas gasosas causar a morte das sementes.

De acordo com Berjak e Pammenter (2003), sementes recalcitrantes devem ser armazenadas sem secagem. A redução do metabolismo durante o armazenamento úmido pode ser realizada utilizando-se inibidores químicos de germinação, como o ácido abscísico, que foi utilizado para a conservação de sementes de *Inga uruguensis* (Barbedo e Cícero, 2000). No entanto, as técnicas utilizadas para a redução do metabolismo durante o armazenamento úmido são mais restritas a experimentos e não têm aplicação prática para o armazenamento de sementes em grande escala (Berjak e Pammenter, 2003).

Além do elevado metabolismo que pode levar à germinação durante o armazenamento úmido, ressalta-se também a presença de fungos comprometendo a viabilidade dessas sementes (Chin, 1989; King e Roberts, 1980). Contra a ação de fungos é indicada solução de hipoclorito de sódio a 1,0% para a desinfestação externa das sementes, além de freqüente inspeção, aplicação de fungicida e a remoção de sementes visivelmente contaminadas (Berjak e Pammenter, 2003).

A literatura contém poucas informações a respeito do armazenamento de sementes de espécies de Lauraceae nativas do Brasil. A espécie exótica *Persea americana* (abacateiro) possui maior quantidade de informações. Aroeira (1962) verificou que o armazenamento em recipiente fechado (frascos de vidros fechados com rolha, tendo por cima uma camada protetora de parafina) sob 3°C a 10°C, possibilitou a conservação das sementes de abacate por 12 meses, quando apresentaram 65% de germinação. O armazenamento de sementes dessa espécie em sacos plásticos a 8°C ou a estratificação em areia, serragem ou carvão moído permitiu a manutenção da porcentagem de germinação acima de 80% durante três meses (Neves, 1991). Sementes de *Machilus thumbergii*

mantiveram a viabilidade em armazenamento úmido sob 4°C, durante 10 meses (Lin e Chen, 1995). Sementes de *Ocotea corymbosa*, espécie nativa do Brasil, foram secas até o grau de umidade de 30%, tendo sido observados 80% de germinação, considerando protrusão radicular e aproximadamente 66%, considerando plântulas normais. O armazenamento em câmara fria com embalagem semipermeável durante 150 dias resultou na manutenção do grau de umidade e na redução da germinação para 26%, considerando plântulas normais (Maluf et al., 2000).

A produção de sementes de Lauraceae é dificultada por alguns aspectos, como a sazonalidade. Estas espécies pertencem ao grupo ecológico das climax (Carvalho et al., 1999; Oliveira-Filho et al., 1995; Souza, 1997), as quais apresentam irregularidade na produção de sementes (Bonner, 1990). Além disso, estas espécies apresentam irregularidade na maturação dos frutos, ou seja, em uma inflorescência são encontrados frutos em diferentes estádios de maturação, o que pode interferir na qualidade do lote de sementes e, conseqüentemente, na conservação das sementes durante o armazenamento. Por último, destaca-se a recalcitrância dessas sementes, como foi observado para *Nectandra nitidula*, *Ocotea odorifera*, *Persea pyrifolia* (Davide et al., 2003) e *Cryptocarya aschersoniana* (Davide et al., 2003; Tonetti, 2000). Sementes de *Nectandra oppositifolia*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra grandiflora*, *Ocotea corymbosa* e *Ocotea pulchella* também foram enquadradas no grupo de sementes provavelmente recalcitrantes (Artigo 1 desta tese).

A obtenção de informações sobre a viabilidade de sementes no armazenamento é importante para a produção de mudas, cuja demanda é crescente, principalmente pelos programas de reabilitação de ecossistemas florestais. Assim, este trabalho teve os objetivos de verificar o efeito da coloração dos frutos e do armazenamento na viabilidade de sementes de *Nectandra nitidula* e *Nectandra lanceolata*, e verificar o efeito do

armazenamento na viabilidade de sementes de *Nectandra grandiflora*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécies estudadas e origem das sementes

O estudo envolveu cinco espécies de Lauraceae de ocorrência no Sul do estado de Minas Gerais, nos municípios de Perdões, Itumirim e Lavras (Tabela 1). O município de Perdões encontra-se a 840m de altitude, 21°05'27"S de latitude e 45°05'29"W de longitude. O município de Itumirim possui altitude de 870m e encontra-se a 21°19'02"S de latitude e 44°52'14"W de longitude (Coordenadoria Regional do Departamento de Estradas e Rodagem, 2005). O município de Lavras encontra-se a uma altitude de 919m, 21°14'S de latitude e 45°00'W de longitude (Brasil, 1992a). O clima da região de Lavras é classificado como de transição entre Cwb e Cwa, ou seja, verões quentes e úmidos com inverno seco e moderado, de acordo com a classificação de Köppen (Köppen, 1936). A temperatura e a precipitação média anual são iguais a 19,4°C e 1.529,7mm, respectivamente (Brasil, 1992a).

TABELA 1 – Espécies estudadas, local, data e número de árvores coletadas. CS: clímax tolerante à sombra, CL: clímax exigente de luz; (1) Oliveira-Filho et al., 1995; (2) Carvalho et al., 1999.

| Nome científico Nome vulgar | Local de coleta | Grupo ecológico (referência) | Época de coleta | Número de matrizes coletadas |
|---|--------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| <i>Nectandra grandiflora</i> Nees Canela-fedida | Perdões | CS (2) | Dezembro 2003 | 8 |
| <i>Nectandra lanceolata</i> Nees Canela-cedro | Itumirim | CL (2) | Janeiro 2004 | 6 |
| <i>Nectandra nitidula</i> Ness & Mart. Canela-amarela | Lavras | CL (1) | Janeiro 2004 | 6 |
| <i>Ocotea pulchella</i> Nees (Mez) Canelinha | Lavras | CL (1) | Setembro 2003 | 4 |
| <i>Persea pyrifolia</i> Nees & Mart. Massaranduba | Lavras | CL (1) | Janeiro 2004 | 4 |

Coleta - As árvores de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea corymbosa* e *Ocotea pulchella* foram encontradas em agrupamentos. A coleta dos frutos foi realizada diretamente das matrizes distanciadas aproximadamente 50m umas das outras, seguindo as recomendações de Sebben (2002). No caso de *Persea pyrifolia*, as matrizes estavam isoladas, distantes aproximadamente 100m umas das outras. Durante a coleta, foram cortados os ramos com auxílio de podão. Os ramos continham frutos com coloração característica daqueles em dispersão, além de frutos verdes. Os dados sobre a época de coleta e o número de matrizes coletadas para a formação do lote de sementes para cada espécie encontram-se na Tabela 1. Os frutos foram acondicionados em sacos de aniagem e transportados para o Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras.

Beneficiamento – No caso de *Nectandra lanceolata* e de *Nectandra nitidula* foi possível separar frutos escuros por ocasião da dispersão (pretos ou marrons com manchas pretas) e frutos verdes. Para as demais espécies, havia disponibilidade apenas de frutos escuros, com colorações características daqueles em dispersão, ou seja, frutos de *Nectandra grandiflora* estavam pretos, enquanto aqueles de *Ocotea pulchella* estavam marrons ou marrons com manchas pretas, e frutos de *Persea pyrifolia* estavam pretos. Portanto, para todas as espécies, os frutos com coloração por ocasião da dispersão foram denominados frutos escuros. Frutos escuros de *Nectandra nitidula* e *Nectandra lanceolata* foram despolidos após 24 horas da coleta e frutos verdes permaneceram durante sete dias em sacos de aniagem para facilitar a remoção da polpa. Frutos escuros de *Nectandra grandiflora* permaneceram em saco de aniagem durante dois dias, enquanto aqueles de *Persea pyrifolia* e de *Ocotea pulchella* permaneceram em sacos de aniagem durante um dia. Os frutos foram macerados em peneira sob água corrente, para a eliminação da polpa. Após a remoção da polpa, as sementes foram lavadas em solução de hipoclorito de sódio 1,0%, durante cinco minutos.

Sementes que boiaram na solução foram descartadas e o restante foi enxaguado três vezes em água. O excesso de água foi retirado com papel toalha. O trabalho envolveu apenas sementes que não apresentaram danos visuais. Após o beneficiamento, foram retiradas amostras dos lotes de sementes para verificar o grau de umidade e avaliação da viabilidade inicial, sendo o restante do lote destinado ao armazenamento.

Determinação do grau de umidade - A determinação do grau de umidade foi realizada em estufa, sob temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 17 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992b). Para cada espécie foram utilizadas quatro repetições. Para *Nectandra nitidula*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia* foram utilizadas seis sementes por repetição, cortadas transversalmente ao meio. Para *Nectandra grandiflora* e *Nectandra lanceolata* foram utilizadas três sementes por repetição, cortadas transversalmente e longitudinalmente ao meio.

Avaliação da viabilidade – As sementes foram colocadas para germinar sobre areia previamente autoclavada, sendo molhada sempre que necessário. Antes do teste, as sementes foram lavadas em hipoclorito de sódio 1,0% durante dois minutos e, em seguida, foram enxaguadas três vezes em água. A temperatura foi de 25°C , sob luz constante, conforme Davide et al. (2003). Sementes foram consideradas germinadas quando ocorreu protrusão radicular (2mm de radícula) e formação de plântulas normais (1cm de epicótilo), quando foi possível visualizar os primórdios foliares. As avaliações foram realizadas em intervalos de três dias. Foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes para todas as espécies. A germinação foi avaliada até a sua estabilização. Os dados sobre o período do teste para cada espécie encontram-se na Tabela 2.

Armazenamento das sementes - As sementes foram acondicionadas em um filme de polietileno com espessura de 0,03mm termo-selados e mantidos em câmara fria (5°C, 60%UR). As avaliações da viabilidade e determinação do grau de umidade foram realizadas em intervalos de três meses, tendo o armazenamento sido realizado durante 12 meses. As amostras de sementes retiradas do ambiente de armazenamento foram mantidas em um filme de polietileno sob temperatura ambiente durante 24 horas antes da avaliação da viabilidade e determinação do grau de umidade.

Análise dos dados – Os dados de porcentagem de germinação para cada espécie foram analisados estatisticamente. Para *Nectandra grandiflora*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (épocas de avaliação: 0, 3, 6, 9 e 12 meses) e quatro repetições de 20 sementes. No caso de *Nectandra lanceolata* e *Nectandra nitidula*, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida no tempo, ou seja, duas parcelas correspondendo a sementes de frutos escuros e sementes de frutos verdes e cinco subparcelas correspondendo às épocas de avaliação (0, 3, 6, 9 e 12 meses) com quatro repetições de 20 sementes. Após a análise de variância, foi ajustada uma curva de regressão para os dados de porcentagem de germinação, em função do tempo de armazenamento. Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os graus de umidade para as sementes de frutos escuros e de frutos verdes de *Nectandra lanceolata*, após o beneficiamento, foram de 42,8% e 53,9%, respectivamente. Para sementes de *Nectandra nitidula*, estes valores foram de 39,1% e 51,0%, respectivamente. O grau de umidade das sementes foi mantido durante todo o período de armazenamento (Tabela 2).

Quanto ao efeito da coloração dos frutos na porcentagem de germinação das sementes de *Nectandra lanceolata* e de *Nectandra nitidula*, foi verificada maior porcentagem para aquelas de frutos escuros antes e durante todo o período de armazenamento (Figuras 1 e 2).

Estes resultados mostram que a diferença de coloração dos frutos foi um indicativo eficiente da maturação das sementes de *Nectandra nitidula* e *Nectandra lanceolata*. Da mesma forma, Rosa e Ohashi (1999) verificaram, para sementes de *Aniba rosaeodora*, pertencente à família Lauraceae, que frutos violáceos escuros apresentaram germinação superior (96%), em relação àquelas sementes de frutos violáceos claros, que apresentaram 83% de germinação. Portanto, a mudança na coloração dos frutos pode ser usada como um indicativo seguro da maturidade de sementes de espécies arbóreas (Davide et al., 1995; Hay e Smith, 2003; Piña-Rodrigues e Aguiar, 1993).

No presente trabalho foi observada a perda mais rápida de porcentagem de germinação para sementes de frutos verdes em relação às sementes de frutos escuros. Após 12 meses de armazenamento, foram observados, para sementes de frutos escuros de *Nectandra lanceolata*, 60% de germinação, considerando plântulas normais e 38% para sementes de frutos verdes (Figura 1B). Para sementes de *Nectandra nitidula*, esses valores foram de 52% e 33%, respectivamente (Figura 2B).

TABELA 2. Grau de umidade e período de avaliação da germinação para as sementes das espécies estudadas.

| Espécie | Período de avaliação (meses) | Grau de umidade (%) | Duração do teste de germinação (dias) ¹ | |
|---|------------------------------|-------------------------|--|-----------------|
| | | | Protrusão radicular | Plântula normal |
| <i>Nectandra lanceolata</i> (sementes de frutos escuros) | 0 | 42,8 (0,5) ² | 97 | 112 |
| | 3 | 43,2 (0,6) | 42 | 58 |
| | 6 | 43,0 (0,5) | 34 | 49 |
| | 9 | 43,0 (0,3) | 30 | 40 |
| | 12 | 43,1 (0,5) | 36 | 43 |
| <i>Nectandra lanceolata</i> (sementes de frutos verdes) | 0 | 53,9 (0,6) | 115 | 132 |
| | 3 | 53,6 (0,7) | 51 | 64 |
| | 6 | 52,9 (0,3) | 31 | 46 |
| | 9 | 52,7 (0,2) | 33 | 45 |
| | 12 | 52,4 (0,4) | 31 | 43 |
| <i>Nectandra nitidula</i> (sementes de frutos escuros) | 0 | 39,1 (0,0) | 58 | 73 |
| | 3 | 39,2 (0,2) | 27 | 42 |
| | 6 | 38,9 (0,1) | 30 | 45 |
| | 9 | 39,0 (0,0) | 30 | 44 |
| | 12 | 39,1 (0,1) | 24 | 35 |
| <i>Nectandra nitidula</i> (sementes de frutos verdes) | 0 | 51,0 (0,6) | 62 | 80 |
| | 3 | 51,3 (0,5) | 27 | 42 |
| | 6 | 50,8 (0,6) | 27 | 42 |
| | 9 | 50,7 (0,5) | 33 | 42 |
| | 12 | 50,2 (0,4) | 18 | 30 |
| <i>Nectandra grandiflora</i> | 0 | 43,4 (0,5) | 70 | 85 |
| | 3 | 43,3 (0,3) | 46 | 60 |
| | 6 | 42,6 (0,4) | 30 | 42 |
| | 9 | 42,9 (0,7) | 31 | 43 |
| | 12 | 43,2 (0,3) | 25 | 40 |
| <i>Ocotea pulchella</i> | 0 | 50,4 (0,6) | 41 | 64 |
| | 3 | 50,4 (0,6) | 38 | 48 |
| | 6 | 50,1 (0,9) | 28 | 41 |
| | 9 | 49,9 (0,3) | 33 | 43 |
| | 12 | 50,0 (0,1) | 22 | 32 |
| <i>Persea pyrifolia</i> | 0 | 39,8 (0,2) | 74 | 87 |
| | 3 | 39,8 (0,5) | 55 | 69 |
| | 6 | 38,9 (0,1) | 57 | 65 |
| | 9 | 39,0 (0,0) | 32 | 45 |
| | 12 | 39,1 (0,1) | 31 | 37 |

¹ Número de dias correspondente à última contagem.

² Desvio padrão da média

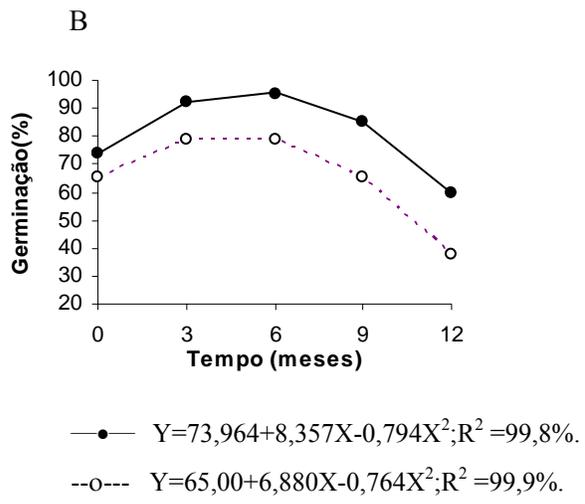
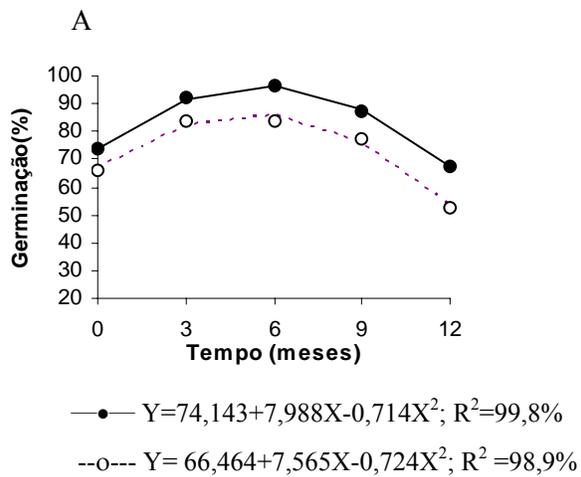


FIGURA 1. Porcentagem de germinação de —●— sementes de frutos escuros e --○--sementes de frutos verdes de *Nectandra lanceolata*, considerando protrusão radicular (A) e plântulas normais (B).

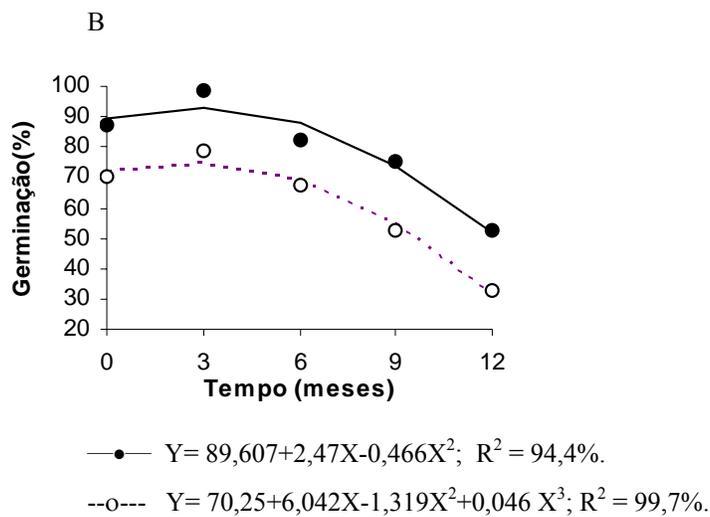
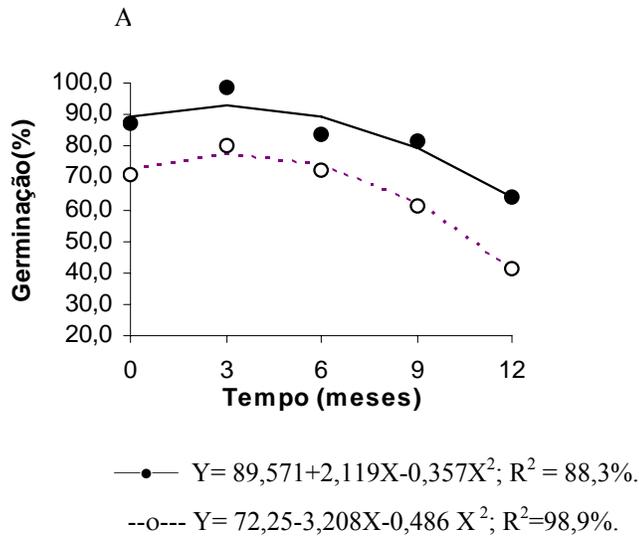


FIGURA 2. Porcentagem de germinação de —●— sementes de frutos escuros e --○--sementes de frutos verdes de *Nectandra nitidula*, considerando protrusão radicular (A) e plântulas normais (B).

Chien e Lin (1997) trabalharam com sementes recalcitrantes de *Machilus kusanoi*, Lauraceae. Sementes maduras apresentaram 38,0% de umidade, enquanto que sementes imaturas apresentaram 59,6%. A germinação inicial foi de 97% e 91%, respectivamente. Aos seis meses de armazenamento, em embalagem de polietileno e temperatura de 5°C, a germinação para sementes maduras foi de aproximadamente 80%, enquanto que sementes imaturas apresentaram germinação de 60%.

A colheita antecipada das sementes em relação à época de maturidade determina deficiência no desempenho das sementes, sendo que o menor acúmulo de matéria seca leva ao menor vigor (Marcos Filho, 2005). O sucesso do armazenamento depende da qualidade inicial das sementes e das condições de armazenamento (Carvalho e Nakagawa, 2000). Portanto, as sementes de frutos verdes de *Nectandra lanceolata* e de *Nectandra nitidula* envolvidas neste trabalho apresentaram qualidade inicial e, conseqüentemente, potencial de armazenamento inferior em relação às sementes de frutos escuros.

Para as sementes de frutos escuros das cinco espécies estudadas, foi verificado que o grau de umidade variou de 39,1% a 50,4%, para sementes de *Nectandra nitidula* e de *Ocotea pulchella*, respectivamente (Tabela 2). Essa faixa de umidade é semelhante àquela citada por Chin (1989) para sementes recalcitrantes, por ocasião da dispersão. A porcentagem de germinação inicial para sementes de frutos escuros por ocasião da dispersão, considerando plântulas normais, variou entre 9% para as sementes de *Persea pyrifolia* (Figura 3B) e 89,6% para sementes de *Nectandra nitidula* (Figura 2B).

Para sementes de frutos escuros de *Nectandra lanceolata*, ocorreu aumento de germinação até o sexto mês de armazenamento (Figuras 1A e 1B). Para sementes de *Nectandra grandiflora* e de *Ocotea pulchella*, a porcentagem de germinação aumentou até o terceiro mês e, para sementes de *Persea pyrifolia*,

o máximo de germinação ocorreu aos 4,5 meses de armazenamento (Figuras 3A e 3B).

O aumento da porcentagem de germinação observada durante o armazenamento pode ter ocorrido devido à superação de algum tipo de dormência. Da mesma forma, sementes de *Persea pyrifolia*, *Nectandra nitidula* e *Cryptocarya aschersoniana* (Lauraceae) apresentaram acréscimo de germinação após 90 dias de armazenamento úmido em câmara fria (5°C, 60%UR) (Davide et al., 2003). Lin (1996) também observou superação de dormência durante o armazenamento úmido a 4°C para sementes de *Neolitsea parvigemma*, Lauraceae. Estas sementes apresentaram comportamento de armazenamento intermediário. O grau de umidade inicial foi de 25% e a porcentagem de germinação foi de 15%, sendo que, aos 120 e 360 dias de armazenamento, a germinação foi de 70% e 100%, respectivamente.

De acordo com Nikolaeva's (1969, 1970), citados por Baskin e Baskin (1998), a estratificação a baixas temperaturas constitui um tratamento para a superação de dormência fisiológica ou morfofisiológica. No entanto, o embrião de sementes de Lauraceae é totalmente desenvolvido por ocasião da dispersão (Baskin e Baskin, 1998; Barroso, 2002). Por exemplo, sementes de *Ocotea catharinensis* Mez possuem cotilédones carnosos, grandes, assimétricos, plano convexos que cobrem completamente o eixo hipocótilo-radícula, que é diminuto e achatado. No eixo embrionário, é possível distinguir a plúmula, que fica voltada para o centro dos cotilédones; abaixo da mesma há dois apêndices laterais que articulam com os cotilédones (Moraes e Paoli, 1996).

Baskin e Baskin (1998) inferiram sobre o tipo de dormência para sementes de espécies de zonas tropicais e subtropicais e, no caso de Lauraceae, foi identificada apenas dormência do tipo fisiológica. De acordo com os autores, essas sementes necessitam de mais de quatro semanas para iniciar a germinação e possuem tegumento permeável, a exemplo de sementes recalcitrantes de

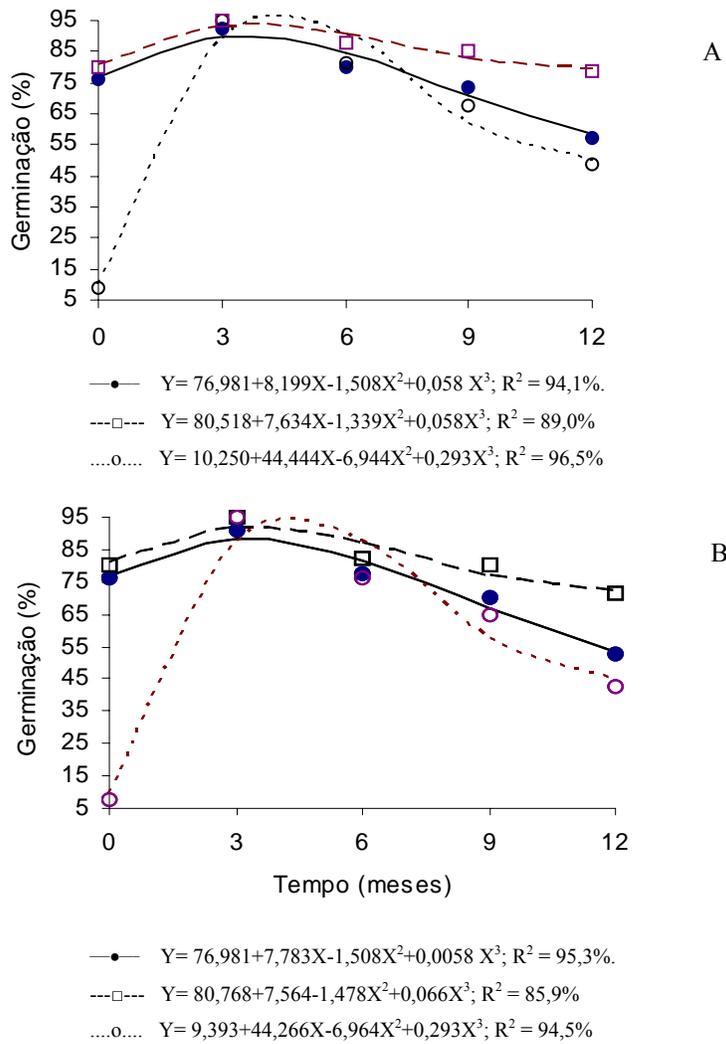


FIGURA 3. – Porcentagem de germinação de sementes de frutos escuros armazenadas de *Nectandra grandiflora*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*, considerando protrusão radicular (A) e plântulas normais (B).

Nectandra membranacea (González, 1991), *Nectandra plebosa*, *Nectandra sinuata*, *Nectandra laurel* e *Ocotea cernua* (Flores et al., 1985, citados por Baskin e Baskin, 1998).

Spencer et al. (1984) encontraram substâncias inibidoras da germinação em sementes de *Cryptocarya moschata* (Lauraceae): “-(-) cryptocaryalactone e -(-) deacetylcryptocaryalactone”. Da mesma forma, Ramos et al. (2004) encontraram dois derivados de ácido abscísico glicosilados em sementes de *Persea americana* Mill cv. Hass. Além disso, de acordo com Bewley e Black (1994), sementes dormentes podem apresentar concentrações elevadas de ABA, podendo a estratificação a baixas temperaturas das mesmas proporcionar a redução do conteúdo deste hormônio. Portanto, é provável que a dormência das sementes de *Ocotea pulchella*, *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata* e *Persea pyrifolia* envolvidas no presente estudo seja fisiológica, causada por algum tipo de substância inibidora de germinação que foi degradada durante o armazenamento dessas sementes com elevado grau de umidade sob temperatura de 5°C.

Na amostra de sementes de *Nectandra grandiflora*, retirada para a avaliação aos nove meses de armazenamento, 5,0% das sementes apresentaram início do rompimento do tegumento, tendo, aos 12 meses, sido observados 10% de protrusão radicular no ambiente de armazenamento. Para *Ocotea pulchella*, 10% das sementes apresentaram início do rompimento do tegumento aos 12 meses de armazenamento. A ocorrência de germinação de sementes recalcitrantes em armazenamento úmido é comum (Chin, 1989; King e Roberts, 1980), a exemplo de sementes de *Euterpe edulis* armazenadas com 43% de umidade a 15°C (Andrade et al., 1996).

Aos 12 meses de armazenamento, para sementes de frutos escuros de *Nectandra lanceolata*, foi observada a redução de germinação em relação à inicial, de 7 pontos percentuais, considerando protrusão radicular e de 14 pontos

percentuais, considerando plântulas normais (Figuras 1A e 1B). Estes valores, para sementes de *Nectandra nitidula*, foram de 26 e 38 para protrusão radicular e plântulas normais, respectivamente (Figuras 2A e 2B) e, para sementes de *Nectandra grandiflora*, foram de 19 e 24 pontos percentuais, respectivamente (Figuras 3A e 3B).

Sementes de *Ocotea pulchella* apresentaram decréscimo em relação à germinação inicial apenas para a porcentagem de plântulas normais, o que ocorreu após 8 meses de armazenamento. A porcentagem de germinação inicial (81%) foi reduzida para 72%, aos 12 meses de armazenamento (Figura 3B).

No caso de *Persea pyrifolia*, não foi verificada redução de germinação inicial aos 12 meses de armazenamento, porém, em relação ao máximo de germinação atingido após a superação da dormência, ocorreu redução de 40 e 43 pontos percentuais para protrusão radicular e formação de plântulas, respectivamente (Figuras 3A e 3B).

Segundo Pammenter et al. (1994), sementes recalcitrantes morrem em armazenamento úmido devido à continuidade do processo germinativo após dispersão associado ao período de armazenamento. A manutenção do grau de umidade das sementes verificado durante a dispersão e mantido durante o armazenamento úmido não é suficiente para a continuidade de eventos do processo germinativo como divisão celular. Assim, as sementes entram em estresse hídrico, resultando em danos subcelulares que culminam com a morte dos tecidos.

Além do elevado metabolismo das sementes durante o armazenamento úmido, ressalta-se também a presença de fungos comprometendo a viabilidade dessas sementes (Chin, 1989; King e Roberts, 1980). Por meio de análise visual, foi verificada a presença de fungos em sementes de todas as espécies estudadas, aos seis meses de armazenamento. A identificação das espécies de fungos foi

TABELA 3. Resultados da identificação de fungos para sementes de espécies de Lauraceae armazenadas úmidas após seis meses de armazenamento.

| Espécie | Fungos identificados * |
|---|---|
| <i>Nectandra lanceolata</i> Nees | <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Pestalotiopsis cf. palustris</i> . <i>Rhizopus</i> sp, |
| <i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart. | <i>Clonostachys roseum</i> , <i>Eurotium amstelodami</i> , <i>Eurotium chevalieri</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> <i>Penicillium</i> sp., |
| <i>Ocotea pulchella</i> Nees (Mez) | <i>Clonostachys roseum</i> ; <i>Fusarium oxysporum</i> ; <i>Rhizopus</i> sp |
| <i>Persea pyrifolia</i> Nees & Mart. | <i>Penicillium</i> sp, <i>Pestalotiopsis cf. palustris</i> . |

*A identificação foi realizada pela equipe técnica do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Fungos do Departamento de Fitopatologia da UFLA.

realizada para as sementes de todas as espécies, com exceção para *Nectandra grandiflora* (Tabela 3).

Os resultados deste trabalho estão de acordo com Chin (1989), ou seja, a viabilidade das sementes recalcitrantes pode ser mantida durante alguns meses ou durante um ano, sob condições adequadas para o armazenamento.

Apesar da falta de informações a respeito do grau de sensibilidade à dessecação para as sementes das espécies estudadas, as mesmas não apresentaram características de sementes altamente recalcitrantes, conforme Farrant et al.(1988), ou seja, essas sementes não apresentaram germinação imediata após a dispersão, como ocorre para sementes de *Avicennia marina* (Farrant et al., 1988) e de *Inga vera* subsp. *affinis* (Faria et al., 2004).

A porcentagem de germinação, considerando plântulas normais, para sementes de frutos escuros das cinco espécies estudadas foi de, no mínimo, 82%, no sexto mês de armazenamento. As sementes dessas espécies não precisam ser

semeadas logo após a colheita. Considerando um ciclo de produção de mudas de aproximadamente 6 meses, as sementes de *Nectandra nitidula*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra grandiflora* e *Persea pyrifolia*, que são colhidas de dezembro a janeiro, podem ser armazenadas por 6 meses antes de serem semeadas. Sementes de *Ocotea pulchella* são colhidas de setembro a outubro e devem ser armazenadas por 9 meses antes de serem semeadas. Portanto, é possível reduzir o custo de produção de mudas dessas espécies, por meio da redução de sua permanência em viveiro.

CONCLUSÕES

Sementes de frutos verdes de *Nectandra nitidula* e de *Nectandra lanceolata* apresentam menor potencial de armazenamento em relação às sementes de frutos escuros.

O armazenamento úmido de sementes de frutos escuros a 5°C e 60%UR possibilita o aumento de germinação até o terceiro mês, para sementes de *Ocotea pulchella* e de *Nectandra grandiflora*, até 4,5 meses para *Persea pyrifolia* e até o sexto mês de armazenamento, para sementes de *Nectandra lanceolata*.

Sementes de frutos escuros de espécies de Lauraceae com grau de umidade na faixa de 39,1% a 50,5%, armazenadas em embalagem semipermeável a 5°C e 60%UR, não apresentam perda de porcentagem de germinação inicial, considerando protrusão radicular, até 6 meses (*Nectandra nitidula*), 8 meses (*Nectandra grandiflora*), 11 meses (*Nectandra lanceolata*), e até 12 meses (*Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C. S.; MALAVASI, M. M.; COSTA, F. A. da. Conservação de Palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.): Efeito da temperatura de armazenamento e do grau de umidade das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 149-155, 1996.
- AROEIRA, J. S. Dormência e conservação de sementes de algumas plantas frutíferas. **Experimentae**, Viçosa, v. 2, n. 3, p. 541-609, mar. 1962.
- BARBEDO, C. J.; CÍCERO, S. M. Effectes of initial quality, low temperature and aba on the storage of *Inga uruguensis*, a tropical species with recalcitrant seeds. **Seed Science and Tecnology**, Zirich, v. 28, n. 3, p. 793-808, 2000.
- BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; PEIXOTO, A. L. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2002. v. 1, 309 p.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. California: Academic Press, 1998. 666 p.
- BERJAK, P.; PAMMENTER, W. Understanding and handling desiccation sensitive seeds. In: SMITH, R. D.; DICKIE, J. B.; LININGTON, S. H.; PRITCHARD, H. W.; PROBERT, R. J. **Seed conservation turning science into practice**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2003. p. 417-430.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BONNER, F. T. Storage of hardwood seeds. **Forest Genetic Resources Information**, Rome, v. 7, n. 1, p. 10-17, Jan./June 1978.
- 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, June 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992a. 84 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLV, 1992b. 365 p.

BRASIL. **Convenção sobre diversidade biológica**: conferência para adoção do texto acordado da CDB – Ato Final de Nairobi. Brasília: MMA/SBF, 2000. 60 p. (Biodiversidade, 2).

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. de A.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L. **Estudos florísitcos e fitossociológicos em remanescentes de Florestas Ripárias do Alto São Francisco e Bacia do Rio Doce- MG**. Lavras: UFLA, 1999. 39 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CHIEN, C. -T.; LIN, T. -P. Effect of havest date on the storability of desiccation-sensitive seeds of *Machilus kusanoi* Hay. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, n. 3, p. 361-371, 1997.

CHIN, H. F. **Recalcitrant seeds**. Malaysia: Universiti Pertanian Malaysia, 1989. 17 p. (Extension Bulletin, 288).

CHIN, H. F. Storage of Recalcitrant Seeds. In: BASRA, A. S. **Seed quality** – basic mechanisms and agricultural implications. New York: The Haworth Press, 1995. p. 209-222.

COORDENADORIA REGIONAL DO DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM DO DER/MG. 2005. Disponível em: <<http://www.der.mg.gov.br/municípios>>. Acesso em: nov. 2005.

DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. C.; 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.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE; Lavras: UFLA, 1995. 41 p.

FAO. **Ex situ sorage of seeds, pollen and in vitro cultures of perennial woody plant species**. Rome: FAO, 1993. 83 p. (FAO Foresty Paper, n. 113).

FARIA , J. M. R.; LAMMEREN, A. A. M. van; 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, June 2004.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Recalcitrance – a current assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 16, n. 1, p. 155-166, 1988.

GONZÁLEZ J. E. Contenido de humedad y germinación de semillas de *Virola koschnyi* Warb. and *Nectandra membranacea* (Sw) Griseb. **Brenesia**, San Jose, v. 35, p. 81-84, 1991.

HAY, F. H.; SMITH, R. D. Seed Maturity: when to collect seeds from wild plants. In: SMITH, R. D.; DICKIE, J. B.; LININGTON, S. H.; PRITCHARD, H. W.; PROBERT, R. J. **Seed Conservation turning science into practice**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2003. p. 97-133.

HONG, T. D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. **Seed storage behaviour: a compendium**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. (IPGRI. Handbooks for Genebanks).

IBAMA. Portaria n. 37-N, 3 de abril 1992. Lista oficial de flora brasileira ameaçada de extinção. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/flora/extinção.html>>. Acesso em: 29 nov. 2005.

ISTA International Rules for Seed Testing. Zürich. 2004. 180 p.

KING, M. W.; ROBERTS, E. H. Maintenance of recalcitrant seed in storage. In: CHIN, H. F.; ROBERTS, E. H. (Ed.). **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur, Malaysia: Tropical Press SDN. BDH, 1980. p. 53-89.

KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Ed.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1936. v. 1, part C, p. 1- 44.

LIN, T. -P. Seed storage behaviour deviating from ortodox and recalcitrant type. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 24, n. 3, p. 523-532, 1996.

LIN, T. -P.; CHEN, M. -H. Biochemical Characteristics Associated with the Development of the Desiccation-sensitive Seeds of *Machilus thunbergii* Sieb & Zucc. **Annals of Botany**, London, v. 76, n. 4, p. 381-387, Oct. 1995.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1, 382 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 1998. v. 2, 352 p.

MALUF, A. M.; PASSOS, R.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Longevidade e germinação dos diásporos de *Ocotea corymbosa* (Meissn) Mez. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 39-44, jan./mar. 2000.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MORAES, P. L. R. de; PAOLI, A. A. S. Morfologia de frutos e sementes de *Cryptocarya moschata* Ness & Martius ex Ness, *Endlicheria paniculata* (Sprengel) MacBride e *Ocotea catharinensis* Mez (Lauraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 17-27, 1996.

NEVES, C. S. V. J. **Avaliação de métodos para conservação de sementes de abacateiro (*Persea sp.*)**. Piracicaba: ESALQ, 1991. 81 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. **Remanescentes de matas ciliares do Alto e Médio Rio Grande**: florística e fitossociologia. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 27 p.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P.; FARRANT, J. M.; SMITH, M. T.; ROSS, G. Why do stored hydrated recalcitrant seeds die? **Seed Science Research**, Wallingford, v. 4, n. 2, p. 187-191, June 1994.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz Lavras, MG, e propostas de recuperação de áreas no entorno de nascentes**. 2003. 165 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. de. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 215-274.

RAMOS, M. D. R.; JERZ, G.; VILLANUEVA, S.; LOPES, D. F.; WAIBEL, R.; WINTERHALTER, P. Two glucosylated abscisic acid derivatives from avocado seeds (*Persea Americana* Mill. Lauraceae cv Hass). **Phytochemistry**, Oxford, v. 65, n. 7, p. 955-962, Apr. 2004

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 4, p. 499-514, 1973.

ROSA, L. dos S.; OHASHI, S. T. Influência do substrato e do grau de maturação dos frutos sobre a germinação do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 31, p. 49-55, jan./jun. 1999.

SEBBEN, A. M. Número de árvores matrizes e conceitos genéticos na coleta de sementes para reflorestamentos com espécies nativas. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 115-132, dez. 2002.

SEMA (Secretaria estadual do meio ambiente). Lista das espécies da flora ameaçadas de extinção do Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/pdf/espéciesameaçadas.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2005.

SLAGEREN, M. W. van. The Millennium Seed Bank: building partnerships in arid regions for the conservation of wild species. **Journal of Arid Environments**, London, v. 54, n. 1, p. 195-201, May 2002.

SOUZA, J. A. **Avaliação de estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Poços de Caldas (MG)**. 1997. 104 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SPENCER, G.; ENGLAND, E.; WOLF, R. B. (-)-Cryptocaryalactone and (-)-deacetylcryptocaryalactone-germination inhibitors from *Cryptocarya moschata* seeds. **Phytochemistry**, Oxford, v. 23, n. 11, p. 2499-2500, Nov. 1984.

TONETTI, O. A. O. **Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de canela-batalha (*Cryptocarya aschersoniana* – MEZ)**. 2000. 22 p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ZINK, E.; ROCHELLE, L. A. Estudos sobre a conservação de sementes de cacau. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo**, Campinas, v. 23, n. 11, p. 111-116, 1964.

ARTIGO 3

UTILIZAÇÃO DO TESTE DE RAIOS X NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE LAURACEAE

LETICIA RENATA DE CARVALHO¹, MARIA LAENE MOREIRA DE
CARVALHO² ANTONIO CLAUDIO DAVIDE³, EDVALDO APARECIDO
AMARAL DA SILVA⁴

(Preparado de acordo com as normas da **Revista Brasileira de Sementes**)

RESUMO - O teste de raios X é uma técnica importante para a avaliação da qualidade de sementes, principalmente como método não destrutivo. Os objetivos deste trabalho foram o de adequar o método de raios X para verificar a ocorrência de alterações morfológicas internas e seus efeitos na qualidade de sementes de seis espécies de Lauraceae encontradas no sul de Minas Gerais. As sementes foram expostas à radiação por diferentes tempos e intensidades, com a utilização do aparelho de raios X. A potência de 25kV durante dois minutos possibilita a visualização nítida de alterações morfológicas internas em sementes de *Ocotea corymbosa*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*. Já para sementes de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata* e *Nectandra nitidula*, a intensidade de 30kV durante dois minutos proporciona melhores resultados. Danos internos, independente da causa, afetam a viabilidade das sementes, com exceção daqueles de menores dimensões, distantes do eixo-embrionário.

Termos para indexação: radiação, *Ocotea*, *Nectandra*, *Persea*.

¹Engenheira Florestal, Dra – Departamento de Ciências Florestais/ UFLA. Caixa Postal 3037, CEP 37200-000. Lavras, MG. drleticia2005@yahoo.com.br

²Engenheira Agrônoma, Dra. Profa.. - Departamento de agronomia/UFLA. mlaenemc@ufla.br

³Eng. Agrônomo, Dr. Prof.. Titular - Departamento de Ciências Florestais/UFLA. acdavide@ufla.br

⁴Dr. Pesquisador/CNPq -Departamento de Engenharia Florestal/ UFLA. amaral@ufla.br.

THE USE OF THE X-RAY TEST FOR EVALUATION OF SEE QUALITY OF LAURACEAE FOREST SPECIES

ABSTRACT - The X ray test is an important technique to evaluate seed quality, mainly because is a non-destructive method. The objectives this study were to adapt the X ray method to verify the occurrence of the alteration in the internal morphology and theirs effects on the seed quality of the species of Lauraceae which grow in the south of Minas Gerais State, Brazil. The seeds were submitted to different times and intensities of radiation exposition, using a X ray equipment. The intensity of 25kV for two minutes allows clear visualization of alteration of internal morphology of the seeds of *Ocotea corymbosa*, *Ocotea pulchella* and *Persea pyrifolia*. In seeds of *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata* and *Nectandra nitidula*, the intensity of 30kV for two minutes allows better results. Internal damages, irrespective of their origin, affect seed viability, with exception of the smaller ones located far from the embryonic axis.

Index terms: radiation, *Nectandra*, *Ocotea*, *Persea*.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por sementes de espécies florestais nativas, por programas de produção e conservação do setor florestal brasileiro, tem gerado a necessidade de desenvolvimento de tecnologias para a avaliação da qualidade destas sementes. Dentre as técnicas que têm sido desenvolvidas, destaca-se o uso de raios X.

O teste de raios X é considerado um método rápido e não destrutivo que tem o objetivo de detectar sementes vazias, cheias e presença de danos internos causados por insetos ou danos mecânicos (ISTA, 1999, 2004). O princípio da técnica consiste na absorção de raios X em diferentes quantidades pelos diferentes tecidos das sementes, o que depende da espessura, da densidade e da composição desses tecidos, além do comprimento de onda da radiação (Bino et al., 1993; ISTA, 1999, 2004; Simak, 1991).

As sementes são colocadas entre uma fonte de baixa energia de raios X e um filme fotossensível. Quando os raios X atravessam a semente e atingem o filme, é criada uma imagem latente. Após o processamento do filme, uma imagem de sombras claras e escuras é formada, criando uma imagem permanente no filme radiográfico (ISTA, 1999, 2004; Simak, 1991). As áreas mais escuras da radiografia correspondem àquelas partes em que os raios X penetram mais facilmente, enquanto que áreas mais claras representam partes mais densas da semente (Simak, 1991).

O desenvolvimento de metodologia para a análise de sementes por meio de radiografias para espécies florestais tropicais vem sendo realizado principalmente com o objetivo de melhorar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes. A melhoria da qualidade fisiológica de lotes pode ser realizada pelo descarte de sementes com danos internos, como foi observado em sementes de *Peltophorum dubium* (Oliveira et al., 2003), embriões de *Lithraea molleoides*,

com danos ou anormalidades (Machado e Cícero, 2003); sementes de *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia impetiginosa*, vazias ou com danos internos (Oliveira et al., 2004), de *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*, vazias ou mal formadas (Tonetti, 2004) e de *Eugenia handrana*, predadas (Masetto, 2005).

A análise de sementes por meio de raios X tem grande importância em bancos de sementes para a conservação *ex situ* de germoplasma, a exemplo do *Millennium Seed Bank*, onde a técnica é utilizada (Terry et al., 2003).

As espécies da família Lauraceae destacam-se pelo valor econômico e ecológico. *Nectandra lanceolata* é indicada para arborização de áreas abertas. *Persea pyrifolia*, *Ocotea pulchella* e *Ocotea corymbosa* são indicadas para o paisagismo (Lorenzi, 1992). *Nectandra nitidula* pode ser utilizada na arborização urbana (Lorenzi, 1998). Esta última espécie, assim como *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia*, foram indicadas para a recuperação de áreas no entorno de nascentes da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, município de Lavras, Sul de Minas Gerais (Pinto, 2003).

Estas espécies pertencem ao grupo ecológico das clímax (Carvalho et al., 1999; Oliveira-Filho et al., 1995; Pinto, 2003; Souza, 1997), que apresentam sazonalidade na produção de sementes (Bonner, 1990), como foi observado para *Ocotea catharinensis*, Lauraceae (Silva, 1997). Estas espécies apresentam irregularidade na maturação dos frutos durante a produção, ou seja, em uma mesma árvore ou mesmo em uma inflorescência, são encontrados frutos em diferentes estádios de maturação, o que pode resultar em sementes vazias ou mal formadas. Além disso, sementes ou frutos em desenvolvimento podem sofrer severos danos durante a maturação, devido à predação por insetos, a exemplo de sementes de *Phoebe porosa* (Vernalha, 1953) e *Aniba rosaeodora* (Rosa e Ohashi, 1999).

Dentre os fatores que influenciam no armazenamento das sementes encontram-se a longevidade inerente à espécie e a qualidade inicial das sementes

(Carvalho e Von Pinho, 1997). Sementes de espécies de Lauraceae foram classificadas como recalcitrantes, como as seguintes espécies envolvidas neste estudo: *Persea pyrifolia* e *Nectandra nitidula* (Davide et al., 1993), *Nectandra oppositifolia*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra grandiflora*, *Ocotea pulchella* e *Ocotea corymbosa* (Artigo 1 desta tese). Sementes recalcitrantes não toleram a secagem a baixos níveis de umidade (Roberts, 1973), portanto não podem ser armazenadas por longo prazo. Além disso, a qualidade inicial dessas sementes pode ser comprometida pela irregularidade de maturação dos frutos e pela predação.

O teste de raios X, após o beneficiamento, pode permitir a detecção de sementes infestadas por insetos e ou a presença de danos físicos invisíveis a olho nu, que podem comprometer a qualidade das sementes e, conseqüentemente, o potencial de armazenamento. Portanto, os objetivos deste trabalho foram adequar o método de raios X para verificar a ocorrência de alterações morfológicas internas e seus efeitos na qualidade de sementes de espécies de Lauraceae.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécies estudadas e origem das sementes

O estudo envolveu seis espécies de Lauraceae, de ocorrência na região Sul de Minas Gerais, nos municípios de Itumirim, Perdões, Lavras e Poços de Caldas (Tabela 1).

O município de Itumirim localiza-se a uma altitude de 870m e encontra-se a 21°19'02"S de latitude e 44°52'14"W de longitude (Coordenadoria Regional do Departamento de Estradas e Rodagem/MG, 2005a). O município de Perdões encontra-se a 840m de altitude, 21°05'27"S de latitude e 45°05'29"W de longitude (Coordenadoria Regional do Departamento de Estradas e Rodagem/MG, 2005b). O município de Lavras está a 919m de altitude e encontra-se a 21°14'S de latitude e 45°00'W de longitude (Brasil, 1992a). O clima da região de Lavras é classificado como de transição entre Cwb e Cwa, ou seja, verões quentes e úmidos com inverno seco e moderado, de acordo com a classificação de Köppen (Köppen, 1936). A temperatura e a precipitação média anual são iguais a 19,4°C e 1.529,7mm, respectivamente (Brasil, 1992a).

TABELA 1. Espécies estudadas, local, data e número de matrizes coletadas.

| Espécie | Município de coleta | Época de coleta | Número de matrizes |
|--|---------------------|-----------------|--------------------|
| <i>Nectandra grandiflora</i> Nees | Perdões | Janeiro/2004 | 5 |
| <i>Nectandra lanceolata</i> Nees | Itumirim | Dezembro/ 2003 | 2 |
| <i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart. | Poços de Caldas | Dezembro/ 2003 | 6 |
| <i>Ocotea corymbosa</i> (Meisner) Mez | Itumirim | Setembro/ 2003 | 2 |
| <i>Ocotea pulchella</i> Nees (Mez) | Lavras | Outubro/2003 | 4 |
| <i>Persea pyrifolia</i> Nees & Mart. | Lavras | Janeiro de 2003 | 4 |

O município de Poços de Caldas está situado em um planalto elíptico e encontra-se a 21°50'13"S de latitude e 46°34'10"W de longitude, a uma altitude média de 1.300m (Poçosnarede.com, 2005b). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwb, ou seja, mesotérmico com inverso seco e verão brando. A temperatura média anual é de 17,6°C e a precipitação média anual é de 1.695 mm (Poçosnarede.com, 2005a).

Coleta - As árvores das espécies *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea corymbosa* e *Ocotea pulchella* foram encontradas em agrupamentos. A coleta dos frutos foi realizada diretamente das matrizes distanciadas umas das outras aproximadamente 50m, seguindo recomendações de Sebben (2002). As duas matrizes de *Ocotea corymbosa* estavam distanciadas cerca de 30m entre si. No caso de *Persea pyrifolia*, as matrizes estavam isoladas, distantes aproximadamente, 100m umas das outras. A colheita dos frutos foi realizada na época de dispersão, quando foi observada a queda espontânea. Durante a coleta, foi utilizado podão para cortar os ramos que continham frutos com diferentes colorações devido à irregularidade de maturação. Após a coleta, os frutos foram acondicionados em sacos de aniagem e transportados para o Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados frutos que apresentaram coloração por ocasião da dispersão. Os dados sobre a época de coleta e o número de matrizes coletadas para a formação do lote de sementes de cada espécie encontram-se na Tabela 1.

Frutos de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra nitidula*, de *Ocotea pulchella* e *Ocotea corymbosa* permaneceram acondicionados por três dias em sacos de aniagem, e os de *Persea pyrifolia* permaneceram por 24 horas em saco de aniagem antes do beneficiamento.

Beneficiamento – Os frutos foram macerados em peneira sob água corrente, para a eliminação da polpa. Após a remoção da polpa, as sementes foram lavadas em solução de hipoclorito de sódio 1,0%, durante cinco minutos.

Sementes que boiaram na solução foram descartadas e o restante foi enxaguado três vezes em água. O excesso de água foi retirado com papel toalha. O trabalho envolveu apenas sementes que não apresentaram danos visuais.

Após o beneficiamento, sementes de *Persea pyrifolia* permaneceram durante 90 dias acondicionadas em embalagem de polietileno (0,03 mm de espessura) em câmara-fria (5°C, 60%UR) para a superação de dormência, conforme Davide et al. (2003). O grau de umidade dessas sementes, antes e após o resfriamento, foi de 40,0%. As sementes das demais espécies foram utilizadas logo após o beneficiamento.

A partir de cada lote, foram retiradas amostras para a determinação do grau de umidade, definição de metodologia para análise radiográfica e verificação do efeito de alterações morfológicas internas na viabilidade das sementes.

Determinação do grau de umidade - A determinação do grau de umidade foi realizada em estufa sob temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 17 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido das sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992b). Para todas as espécies, foram utilizadas quatro repetições. Para *Nectandra nitidula*, *Ocotea pulchella* e *Persea pyrifolia* foram utilizadas seis sementes e, para *Ocotea corymbosa*, foram utilizadas 10 sementes por repetição, que foram cortadas transversalmente ao meio. Para *Nectandra grandiflora* e *Nectandra lanceolata*, foram utilizadas três sementes por repetição, cortadas transversalmente e longitudinalmente ao meio.

Definição da metodologia para análise radiográfica das sementes - As sementes foram acondicionadas em bandejas de isopor com células confeccionadas de acordo com as dimensões das sementes de cada espécie. As sementes foram posicionadas de forma que a região do eixo embrionário ficou na parte superior das células. O aparelho de raios X utilizado foi o Faxitron HP,

modelo 43855AX; o filme radiográfico foi Kodak Min-R 2000, com dimensões de 18x24cm. A revelação foi realizada em uma processadora de revelação de raios X marca Kodak, modelo M35X OMAT.

Para cada espécie, foram utilizadas 100 sementes que foram expostas a diferentes combinações de intensidade e tempo de exposição à radiação. Para sementes de *Nectandra nitidula* e *Nectandra lanceolata*, foram testados 30kV e 40kV durante 2 e 3 minutos; para *Nectandra grandiflora*, foi testada a potência de 30kV durante 2 e 3 minutos; sementes de *Ocotea corymbosa*, *Ocotea pulchella* foram expostas à radiação de 20, 25 e 30kV durante 2 e 3 minutos e, para sementes de *Persea pyrifolia*, foi testada a intensidade de 25kV durante 2 e 3 minutos.

Separação das sementes de acordo com a análise radiográfica – Utilizando-se a combinação de tempo e intensidade de radiação que permitiu a visualização mais nítida das estruturas internas das sementes, 100 sementes de *Nectandra grandiflora* e 200 sementes das outras espécies foram radiografadas e separadas em duas categorias: sementes com danos e sementes sem danos. As sementes com danos foram subdivididas em quatro subcategorias:

- sementes com danos pequenos: danos que atingiram menos de 50% do embrião;
- sementes com danos severos: danos que atingiram, no mínimo, 50% do embrião;
- sementes com danos devido à predação: sementes com características de predação, como orifícios ou presença de larvas, independente do dano ser pequeno ou severo;
- sementes mal formadas.

Avaliação da viabilidade para as sementes radiografadas - Foi realizado teste de germinação sobre areia previamente lavada e autoclavada, umedecida sempre que necessário. O teste foi realizado a 25⁰C, sob luz constante, conforme Davide et al. (2003). A germinação foi considerada como a formação de plântulas

normais (1cm de epicótilo) quando foi possível visualizar os primórdios foliares, sendo anotadas sementes dormentes, sementes mortas e plântulas anormais do final do teste. A duração do teste foi de 69 dias para *Nectandra nitidula*, *Nectandra grandiflora* e *Persea pyrifolia*; 80 dias para *Nectandra lanceolata*; 72 dias para *Ocotea corymbosa* e 50 dias para *Ocotea pulchella*.

A interpretação dos dados foi efetuada verificando-se possíveis correspondências entre a análise radiográfica das sementes com as respectivas plântulas ou sementes resultantes no final do teste de germinação, conforme Machado e Cícero (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de umidade das sementes das espécies estudadas variou de 38,3% a 50,6%, para as sementes de *Ocotea corymbosa* e *Ocotea pulchella*, respectivamente (Tabela 2). De acordo com Simak (1991), a umidade das sementes influencia a densidade ótica, ou seja, quanto menor a umidade das sementes, maior a densidade ótica, o que possibilita maior diferenciação das estruturas internas das sementes visualizadas nas radiografias. Dessa forma, a alta umidade das sementes pode ter influenciado na nitidez de visualização, como a distinção entre eixo embrionário e cotilédones (Figuras 1B a 6B). Apesar disso, foi possível observar alterações morfológicas internas por meio das radiografias (Figuras 1C a 6C).

Dentre as combinações de potência e tempo testados, para sementes de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata* e *Nectandra nitidula* foi selecionada a combinação de 30kV, durante dois minutos, que proporcionou uma melhor visualização dos danos internos. Para sementes de *Ocotea corymbosa*, *Ocotea pulchella* e de *Persea pyrifolia*, foi selecionada a combinação de 25kV, durante dois minutos. O fato da mesma combinação de

TABELA 2. Grau de umidade e resultado geral do teste de germinação com base no total de sementes utilizado para cada espécie. PN: plântulas normais; PA: plântulas anormais; SD: sementes dormentes; SM: sementes mortas.

| Espécies | Grau de umidade (%) | PN (%) | PA (%) | SD (%) | SM (%) |
|------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Nectandra grandiflora</i> | 42,4 | 81,0 | 0,0 | 6,0 | 13,0 |
| <i>Nectandra lanceolata</i> | 42,6 | 82,5 | 4,0 | 8,5 | 5,0 |
| <i>Nectandra nitidula</i> | 39,7 | 54,5 | 7,5 | 4,0 | 34,0 |
| <i>Ocotea corymbosa</i> | 38,3 | 75,0 | 5,0 | 6,5 | 13,5 |
| <i>Ocotea pulchella</i> | 50,6 | 81,0 | 4,0 | 11,0 | 4,0 |
| <i>Persea pyrifolia</i> | 39,8 | 92,5 | 0,0 | 4,0 | 3,5 |

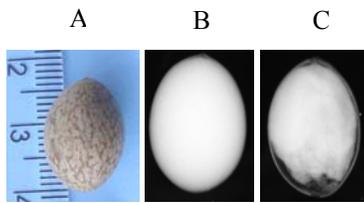


FIGURA 1. Semente de *Nectandra lanceolata* (A); radiografia de semente sem dano (B); radiografia de semente mal formada (C).

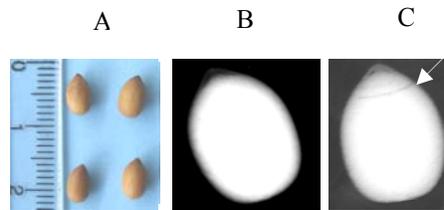


FIGURA 4. Sementes de *Ocotea corymbosa* (A); radiografia de semente sem dano (B); radiografia de semente com pequeno dano na região do eixo-embrionário (C).

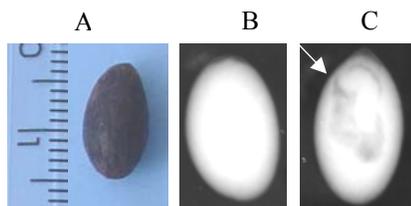


FIGURA 2. Semente de *Nectandra nitidula* (A); radiografia de semente sem dano (B); radiografia de semente predada com presença de larva (C).

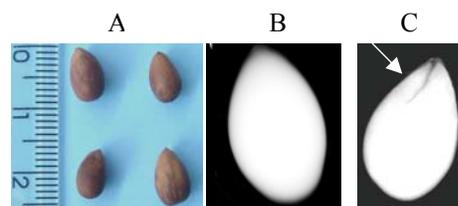


FIGURA 5. Sementes de *Ocotea pulchella* (A); radiografia de semente sem dano (B); radiografia de semente com pequeno dano na região do eixo-embrionário (C).

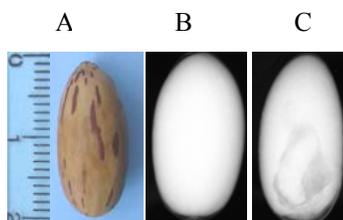


FIGURA 3. Semente de *Nectandra grandiflora* (A); radiografia de semente sem dano (B); radiografia de semente predada com presença de larva (C).

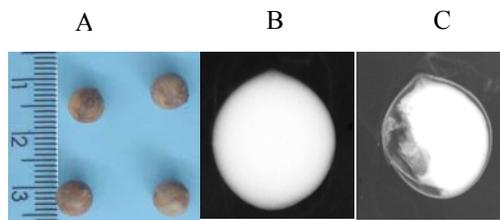


FIGURA 6. Sementes de *Persea pyrifolia* (A); radiografia de semente sem dano (B); radiografia de semente predada (C).

tempo e potência ter sido eficiente para a verificação de danos internos em sementes de espécies diferentes pode ter ocorrido devido à semelhança morfológica (Figuras 1A-6A) e provável semelhança de composição química dos tecidos das sementes. Da mesma forma, Oliveira et al. (2004) verificaram que a potência de 55kV, durante 25 segundos, possibilitou a visualização da morfologia interna de sementes de *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia impetiginosa*. Para a análise radiográfica de sementes de espécies florestais têm sido utilizados tempos que variam de 10 segundos a 4 minutos, com intensidade de 10 a 55kV (Battisti et al., 2000; Mattos e Medeiros, 2000; Oliveira et al., 2003; Oliveira et al., 2004). A variação de intensidade e tempo de exposição das sementes à radiação varia para diferentes espécies de acordo com a espessura, a densidade e a composição das sementes, além do aparelho utilizado (ISTA, 1999, 2004).

As sementes das espécies estudadas apresentaram maior porcentagem de sementes da categoria sem dano, que resultaram em maior porcentagem de plântulas normais e menor porcentagem de sementes mortas em relação àquelas com danos (Tabela 3). Para todas as espécies, foi observada, na categoria de sementes sem dano, a ocorrência de sementes intumescidas que não apresentaram protrusão de radícula, o que pode ter ocorrido devido à dormência. De acordo com Baskin e Baskin (1998), sementes de espécies de Lauraceae apresentam dormência fisiológica. Por outro lado, de acordo com Burg et al.(1994), devido à variação natural, algumas sementes, que não apresentaram danos pelo teste de raios X, podem não germinar devido a infecções invisíveis por microrganismos ou danos fisiológicos.

Para sementes de *Nectandra grandiflora*, *Nectandra lanceolata* e *Nectandra nitidula*, a maior porcentagem de danos ocorreu devido à predação por insetos (Tabela 4). Os lotes de sementes de *Nectandra nitidula* e *Nectandra grandiflora* apresentaram 5,0% e 10,0%, respectivamente, de infestação por

TABELA 3. Porcentagem de sementes em cada categoria, obtida por meio da análise radiográfica da morfologia interna das sementes e resultados do teste de germinação para cada categoria. PN: plântulas normais; PA: plântulas anormais; SD: sementes dormentes; SM: sementes mortas.

| Espécies | Categorias | Porcentagem de sementes | PN (%) | PA (%) | SD (%) | SM (%) |
|------------------------------|------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Nectandra grandiflora</i> | Sem dano | 82,0 | 92,7 | 0,0 | 7,3 | 0,0 |
| | Com dano | 18,0 | 27,8 | 0,0 | 0,0 | 72,2 |
| <i>Nectandra lanceolata</i> | Sem dano | 96,5 | 84,5 | 4,1 | 8,8 | 2,6 |
| | Com dano | 3,5 | 28,6 | 0,0 | 0,0 | 71,4 |
| <i>Nectandra nitidula</i> | Sem dano | 54,0 | 85,2 | 5,6 | 7,4 | 1,8 |
| | Com dano | 46,0 | 18,5 | 9,8 | 0,0 | 71,7 |
| <i>Ocotea corymbosa</i> | Sem dano | 95,0 | 77,9 | 3,7 | 6,8 | 11,6 |
| | Com dano | 5,0 | 20,0 | 30,0 | 0,0 | 50,0 |
| <i>Ocotea pulchella</i> | Sem dano | 97,5 | 82,6 | 3,1 | 11,3 | 3,0 |
| | Com dano | 2,5 | 20,0 | 40,0 | 0,0 | 40,0 |
| <i>Persea pyrifolia</i> | Sem dano | 97,0 | 95,4 | 0,0 | 4,1 | 0,5 |
| | Com dano | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |

insetos na fase de larva, o que pôde ser observado pelas radiografias (Figuras 2C e 3C). O inseto predador de sementes de *Nectandra nitidula* é um coleóptero pertencente ao gênero *Heilipus*. A sua identificação foi realizada no Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

Sementes de espécies silvestres estão sujeitas aos seus predadores naturais, o que pode lhes causar severos danos. Vernalha (1953) observou que sementes de *Phoebe porosa*, Lauraceae, é infestada e sofre severos danos causados pelo inseto *Heilipus parvulus* Bohn. Rosa e Ohashi (1999) também observaram predação de frutos por insetos que podem causar danos em sementes de *Aniba rosaeodora*. A possibilidade de detecção de sementes infestadas é

TABELA 4. Resultados da avaliação radiográfica da morfologia interna de sementes de Lauraceae com danos e resultados do teste de germinação para cada subcategoria. PN: plântulas normais; PA: plântulas anormais; SD: sementes dormentes; SM: sementes mortas.

| Espécies | Subcategorias de sementes danificadas | Porcentagem de sementes com danos | PN (%) | PA (%) | SD (%) | SM (%) |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Nectandra grandiflora</i> | Pequenos danos | 27,8 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | Danos severos | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Predadas | 55,6 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | Mal formadas | 16,6 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Nectandra lanceolata</i> | Pequenos danos | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Danos severos | 14,3 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | Predadas | 57,1 | 50 | 0 | 0 | 50 |
| | Mal formadas | 28,6 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Nectandra nitidula</i> | Pequenos danos | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Danos severos | 2,2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | Predadas | 80,4 | 23 | 12 | 0 | 65 |
| | Mal formadas | 17,4 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| <i>Ocotea corymbosa</i> | Pequenos danos | 80,0 | 25 | 37,5 | 0 | 37,5 |
| | Danos severos | 20,0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | Predadas | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Mal formadas | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ocotea pulchella</i> | Pequenos danos | 80,0 | 25 | 25 | 0 | 50 |
| | Danos severos | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Predadas | 20,0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | Mal formadas | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Persea pyrifolia</i> | Pequenos danos | 33,3 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | Danos severos | 16,7 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | Predadas | 33,3 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | Mal formadas | 16,7 | 0 | 0 | 0 | 100 |

importante, pois possibilita o descarte das mesmas, melhorando a qualidade do lote, o que contribui para a conservação das sementes durante o armazenamento. Além disso, evita a transferência de insetos para outras regiões.

Dentre os danos encontrados para sementes de *Ocotea*, foi observada maior porcentagem de danos pequenos (Tabela 4). Para as sementes dessas espécies ocorreram danos mecânicos, provavelmente causados pelo beneficiamento, ou seja, durante a maceração dos frutos em peneira sob água corrente (Figuras 4C e 5C).

Danos pequenos, independente da causa, causaram a morte das sementes quando ocorreram na região do eixo embrionário. A ocorrência destes danos distantes do eixo-embrionário não afetou a germinação das sementes, a exemplo de sementes de *Nectandra grandiflora* (Tabela 4). Danos devido à predação causaram a morte das sementes sempre que atingiram região próxima ao eixo embrionário e ou, no mínimo, 50,0% do embrião. Já sementes com danos severos ou mal formadas sempre resultaram em sementes mortas (Tabela 4).

De acordo com os resultados deste trabalho, o teste de raios X pode ser considerado como uma técnica adequada para a avaliação da qualidade de sementes das espécies de Lauraceae estudadas, possibilitando a melhoria da qualidade do lote pelo descarte de sementes com danos.

CONCLUSÕES

A potência de 25kV, durante 2 minutos, possibilita a visualização nítida de alterações da morfologia interna de sementes de *Ocotea corymbosa*, de *Ocotea pulchella* e de *Persea pyrifolia*. Já para sementes de *Nectandra grandiflora*, de *Nectandra lanceolata* e de *Nectandra nitidula*, a combinação de 30kV, durante 2 minutos, possibilita a melhor visualização de alterações da morfologia interna.

Danos internos detectados pela análise radiográfica, independente da causa, afetam a germinação das sementes das espécies estudadas, com exceção daqueles de menores dimensões, distantes do eixo-embrionário.

REFERÊNCIAS

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. California: Academic Press, 1998. 666 p.

BATTISTI, A.; CANTINI, R.; FECCI, E.; FRIGIMELICA, G.; GUIDO, M.; RAQUES, A. Detection and evaluation of seed damage of cypress, *Cupressus sempervirens* L. Italy. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 28, n. 3, p. 729-738, 2000.

BINO, R. J.; AARTSE, J. W.; BURG, W. J. van der. Non-destructive X-ray of Arabidopsis embryo mutants. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, n. 2, p. 167-170, June 1993.

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, June 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Normais Climatológicas 1961-1990**. Brasília: DNDV/CLV, 1992a. 84 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLV, 1992b. 365 p.

BURG, W. J. van der; AARTSE, J. W.; ZWORL, R. A. van JALINK, H.; BINO, R. J. Predicting tomato seedling morphology by X-ray analysis of seeds. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 2, p. 258-263, Mar. 1994.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. de A.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de Florestas Ripárias do Alto São Francisco e Bacia do Rio Doce- MG**. Lavras: UFLA, 1999. 39 p.

CARVALHO, M. L. M de; VON PINHO, E. V. R. **Armazenamento de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 67 p. (Curso de Especialização Pós-Graduação “Lato sensu” por Tutoria à Distância – Produção e Tecnologia de Sementes.

COORDENADORIA REGIONAL DO DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM/MG. 2005a. Disponível em: < <http://www.der.mg.gov.br/munici->

pios/Itumirim.html>. Acessado em: nov. de 2005.

COORDENADORIA REGIONAL DO DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM/MG. 2005b. Disponível em: <<http://www.der.mg.gov.br/municipios/Perdões.html>>. Acesso em: nov. de 2005.

DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. C.; 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.

ISTA (INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING) - Zürich, 2004. 180 p.

ISTA (INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING). **Seed science and technology**. Zürich, 1999. 333 p. Supplement.

KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Ed.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1936. v. 1, part C. 1936. p. 1-44.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1, 382 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 1998. v. 2, 352 p.

MACHADO, C. F.; CÍCERO, S. M. Aroeira-branca (*Litthraea molleoides* (Vell.) Engl. – Anacardiaceae) seed quality evaluation by the X-ray test. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 393-397, abr./jun. 2003.

MASETTO, T. E. **Estudos da sensibilidade à dessecação em sementes de *Eugenia handroana* D. Legrand (Myrtaceae)**. 2005 60 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2005.

MATTOS, P. P.; MEDEIROS, A. C. S. **Uso de raios-x na avaliação de sementes de pata-de-vaca (*Bauhinia forticata*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. Colombo: EMBRAPA, 2000. 3 p. (Pesquisa em Andamento, n. 88).

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M.; MASETTO, T. E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley – (Bignoniaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 138-143, 2004.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Utilização do teste de raios-X na avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 116-120, 2003.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. **Remanescentes de matas ciliares do Alto e Médio Rio Grande**: florística e fitossociologia. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 27 p.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz Lavras, MG, e propostas de recuperação de áreas no entorno de nascentes**. 2003. 165 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2003.

POÇOS narede. com. Disponível em: <<http://Poçosnarede.com/cidade/geografia/climaehidrografia.php>>. Acesso em: 10 nov. 2005a

POÇOS narede. com. Disponível em: <<http://Poçosnarede.com/cidade/geografia/relevovegetação.php>>. Acesso em: 10 nov. 2005b

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 4, p. 499-514, 1973.

ROSA, L. dos S.; OHASHI, S. T. Influência do substrato e do grau de maturação dos frutos sobre a germinação do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 31, p. 49-55, jan./jun. 1999.

SEBBEN, A. M. Número de árvores matrizes e conceitos genéticos na coleta de sementes para reflorestamentos com espécies nativas. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 14, n. 2. p. 115-132, dez. 2002.

SILVA, A. da **Padrão de florescimento e frutificação, caracterização de diásporos e germinação de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez.)**. 1997. 94 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

SIMAK, M. Testing of forest tree and shrub seeds by X-radiography. In: GORDON, A. G.; GOSLING, P.; WANG, B. S. P. (Ed.). **Tree and shrub seed handbook**. Zurich: ISTA, 1991.

SOUZA, J. A. de. **Avaliação das estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Poços de Caldas (MG)**. 1997. 104 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TERRY, J.; PROBERT, R. J.; LININGTON, S. H. Processing and Maintenance of the Millenium Seed Bank Collections. In: SMITH, R. D.; LININGTON, S. H.; DICKIE, J. B.; LININGTON, S. H.; PRITCHARD, H. W.; PROBERT, R. J. **Seed Conservation turning science into practice**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2003. p. 307-325.

TONETTI, O. A. O. **Melhoria da qualidade física e estudos da germinação de sementes de candeia (*Eremanthus incanus* (Less) e *Eremanthus erythropappus* (DC) Mac Leish)**. 2004. 81 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VERNALHA, M. M. “*Heilipus parvulus*” Bohn, 1943, praga da imbúia (*Phoebe porosa*) no horto florestal de Vila Velha. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1., 1953, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Instituto Nacional do Pinho, 1953. p. 125-128.