

Sementes do cerrado: análise e conservação v. 1



Rosana de Carvalho Martins
Ildeu Soares Martins
Juliana Martins de Mesquita Matos
(organizadores)

EDITORA



UnB



Universidade de Brasília

**Reitora
Vice-Reitor**

Márcia Abrahão Moura
Enrique Huelva

EDITORA



UnB

**Diretora da
Editora UnB**

Germana Henriques Pereira

**Diretor da
Biblioteca
Central**

Fernando César Lima Leite

**Comissão de
Avaliação e
Seleção**

Alex Calheiros
Ana Alethéa de Melo César Osório
Ana Flávia Lucas de Faria Kama
Ariuska Karla Barbosa Amorim
Camilo Negri
Evangelos Dimitrios Christakou
Fernando César Lima Leite
Maria da Glória Magalhães
Maria Lidia Bueno Fernandes
Moisés Villamil Balestro

Sementes do cerrado: análise e conservação v. 1



Rosana de Carvalho Martins
Ildeu Soares Martins
Juliana Martins de Mesquita Matos
(organizadores)

EDITORA



UnB

Coordenadora de produção editorial
Projeto gráfico e capa
Diagramação

Equipe editorial

Luciana Lins Camello Galvão
Wladimir de Andrade Oliveira
Ana Flávia Lucas de Faria Kama
Ruthléa Eliennai Dias do Nascimento

Portal de Livros Digitais da UnB
Coordenadoria de Gestão da Informação Digital

Telefone: (61) 3107-2687

Site: <http://livros.unb.br>

E-mail: portaldelivros@bce.unb.br



Este trabalho está licenciado com
uma licença Creative Commons [Atribuição-
NãoComercial-CompartilhaIgual4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília

S471 Sementes do cerrado: análise e conservação [recurso eletrônico] /
Rosana de Carvalho Martins, Ildeu Soares Martins, Juliana
Martins de Mesquita Matos (organizadores). - Brasília:
Editora Universidade de Brasília, 2021.
v.

Formato PDF.

ISBN 978-65-5846-150-0 (v. 1).

1. Sementes - Testes. 2. Espécies arbóreas do Cerrado. 3.
Sementes nativas. 4. Sementes - Qualidade fisiológica. I. Martins,
Rosana de Carvalho (org.). II. Martins, Ildeu Soares (org.). III.
Matos, Juliana Martins de Mesquita (org.).

CDU 581.1

SUMÁRIO

PREFÁCIO 07

CAPÍTULO I

- Avaliação das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.: análise da composição química e testes de lixiviação de potássio e condutividade elétrica aplicados para verificação da qualidade fisiológica
Juliana Martins de Mesquita Matos, Valéria Regina Bellotto, Rosana Carvalho Cristo Martins, Ildeu Soares Martins 09

CAPÍTULO II

- Secagem de sementes florestais: sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. submetidas a três métodos de análise de determinação de umidade
Alexandre Eurico Teza de Souza, Rosana de Carvalho Cristo Martins, Ildeu Soares Martins, Juliana Martins de Mesquita Matos 33

CAPÍTULO III

- Técnicas alternativas para conservação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong
Letícia Mendes Rabelo, Juliana Martins de Mesquita Matos, Rosana de Carvalho Cristo Martins 64

CAPÍTULO IV

- Teste de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica aplicados para a avaliação do vigor de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.
Daniela Vasconcelos de Oliveira, Ildeu Soares Martins, Rosana de Carvalho Cristo Martins 90

CAPÍTULO V

Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea*
Mart. et Zucc. pelos testes de raios X e germinação

127

Kever Bruno Paradelo Gomes, Rosana de Carvalho Cristo Martins, Juliana
Martins de Mesquita Matos

SOBRE OS ORGANIZADORES **173**

PREFÁCIO

A obra que se apresenta objetiva chamar o leitor para a discussão sobre como manter “em pé” o bioma mais diverso do Brasil e que também é um dos “hotspots” mundiais, dada sua exploração exacerbada, o Cerrado. Como se sabe, a semente é o início da vida e a garantia de perpetuação da espécie, dada à variabilidade genética que proporciona em relação a outros propágulos. Além disso, seu empregado através da semeadura direta ou a produção de mudas (por meio de sementes) garante também a recuperação de ambientes perturbados e degradados.

Cada capítulo destaca partes importantes de pesquisas que visam conservar as espécies, particularmente as florestais nativas de uso múltiplo, através do resgate de suas sementes para produção de mudas, a serem empregadas na reposição ambiental, formação de povoamentos comerciais e melhoramento florestal.

Ao longo da leitura do livro é possível ao leitor identificar as etapas necessárias para efetuar o manejo das sementes florestais nativas do cerrado desde a escolha das matrizes, a realização da coleta, seja em áreas de naturais ou fragmentos do cerrado ou ainda em áreas de arborização urbana; e o armazenamento convencional e alternativo mais adequado para a manutenção da qualidade das sementes por maiores prazos. Também é possível ao leitor se familiarizar com técnicas rápidas e eficientes para se verificar a qualidade das sementes e consequentemente estimar a produção de mudas em viveiros florestais, de pesquisa e comercial.

Pretende-se disponibilizar à comunidade acadêmica e de modo geral um material de consulta que sirva tanto como material complementar às aulas das grandes áreas de Manejo Florestal e Conservação da Natureza, como também se preste ao papel de incentivar o desenvolvimento e o

aprimoramento de novas técnicas de conservação e análise de sementes florestais, inteligentes, práticas e acessíveis a todos os públicos.

Agora é hora: vamos trabalhar juntos para que os nossos filhos e os filhos dos nossos filhos possam usufruir do Cerrado e suas belezas!!!

Rosana Carvalho Cristo Martins
Ildeu Soares Martins
Juliana Martins de Mesquita Matos

Avaliação das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.: análise da composição química e testes de lixiviação de potássio e de condutividade elétrica para verificação da qualidade fisiológica

Juliana Martins de Mesquita Matos, Valéria Regina Bellotto, Rosana Carvalho Cristo Martins, Ildeu Soares Martins

Introdução

A necessidade de se determinar a qualidade das sementes surgiu na Europa, como consequência de problemas constatados na sua comercialização. Em 1869, surge na Alemanha o primeiro laboratório de análise de sementes (BRASIL, 2009). No Brasil, em 1967, com base nas regras da ISTA (Internacional Seed Testing Association) e da AOSA (Association of Official Seed Analysts), o Ministério da Agricultura editou as primeiras Regras para Análise de Sementes brasileiras (RAS), que sofreu atualizações em 1992 e 2009, porém essas regras foram elaboradas visando avaliar as sementes de espécies agrícolas que são comercializadas em grandes volumes e possuem um papel importante na economia do país.

Em razão das fortes pressões internacionais para conservação da biodiversidade brasileira associadas aos avanços das leis que visam proteger o meio ambiente no Brasil e suas ações de fiscalização, observa-se o desenvolvimento do mercado de mudas de espécies florestais que são demandadas para recuperação de áreas degradadas, recomposição de áreas de Reserva Legal nas propriedades rurais e a formação de plantios consorciados de espécies agrícolas e florestais (Sistemas Agroflorestais).

Atualmente, são facilmente encontradas empresas que comercializam sementes florestais para atender o setor viveirista. É possível comprar sementes de diversas espécies florestais, em que o preço médio é de R\$ 150,00 por quilo de sementes (IPEF, 2018). Trata-se de um mercado em expansão, por isso a venda de sementes florestais vem recebendo maior atenção também do Ministério da Agricultura que editou as instruções normativas nº 44, de 23 de outubro de 2010, e nº 26, de 26 de outubro de 2012, que apresentam os procedimentos técnicos para certificação da qualidade de sementes de 50 espécies florestais. Os procedimentos técnicos descritos nessas instruções adotam o teste de germinação e indica métodos de superação de dormência, tipo de substrato e temperaturas mais adequadas para aplicação do teste em cada espécie.

O parâmetro mais utilizado para avaliar a qualidade fisiológica de sementes é o teste de germinação, por se tratar de um teste confiável e reproduzível, mas como este é realizado em condições favoráveis, apresenta várias limitações; além de não possibilitar a identificação precisa dos fatores que afetam a qualidade, não detecta algumas sutilezas na deterioração das sementes, não prediz o resultado do

desempenho das sementes em condições gerais de campo e o potencial de armazenamento. (DELOUCHE, 2002).

Apesar do teste de germinação ser o procedimento técnico mais aplicado, outras técnicas podem ter suas metodologias ajustadas e servir como ferramentas rápidas e eficientes para certificar a qualidade de lotes de sementes comercializadas. Além de representar a possibilidade de otimizar tempo e recursos dos laboratórios certificadores.

Os testes para avaliação rápida da viabilidade de sementes, geralmente, baseiam-se na coloração dos tecidos vivos das sementes ou na permeabilidade das membranas celulares. (MENEZES *et al.*, 1994).

Os testes rápidos mais estudados estão relacionados com os eventos iniciais da sequência de deterioração proposta por Delouche e Baskin (1973), a degradação das membranas celulares e a redução das atividades respiratórias e biossintéticas estudadas por Dias e Marcos Filho (1996). Dentre esses testes, está o teste de tetrazólio (DELOUCHE *et al.*, 1976), o teste do pH do exsudato (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2004), condutividade elétrica (MARCOS FILHO, 1994) e lixiviação de potássio (SIMON; RAJA-HARUN, 1972). Para todas essas Técnicas mencionadas, as metodologias foram desenvolvidas para sementes agrícolas, e, para serem aplicadas em sementes florestais, necessitam ter adaptações metodológicas validadas.

A espécie *Dalbergia miscolobium* Benth. é membro da botânica família Fabaceae, sendo popularmente conhecida como Jacarandá do Cerrado. Essa espécie tem ocorrência registrada no cerrado (sentido restrito) e cerradão distrófico. Podendo ser encontrada no DF e nos estados do CE, GO, MA, MG, MT, MS, PA, SP e TO (LORENZI, 2002). Sasaki e Felipe (2010) analisaram o desempenho do crescimento das plântulas de *Dalbergia miscolobium* Benth. sob o efeito dois tratamentos: tipo de solo (solo de mata e de cerrado) e quantidade

água. Os autores concluíram que a espécie obteve melhor desempenho de crescimento nos solos de Cerrado e com pouca disponibilidade de água. Esse dado caracteriza a espécie como uma opção a ser empregada em programas de recuperação de áreas degradadas.

A *Dalbergia miscolobium* Benth. apresenta potencial para o paisagismo e para a recuperação de áreas degradadas. Trata-se de uma espécie ameaçada de extinção e, por essa razão, é protegida por lei que impede o corte nas áreas do Distrito Federal (Lei Distrital – Decreto nº 14.783/1993).

A proposta do presente capítulo é apresentar os resultados do estudo de composição química das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth., assim como a efetividade do teste de lixiviação de potássio e de condutividade elétrica para a determinação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.

Material e métodos

Coleta e preparação das sementes

As sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. foram coletadas conforme a indicação de Figliolia e Aguiar (1993) em oito matrizes na área do Centro Olímpico do Campus Universitário Darcy Ribeiro – UnB, Setor de Clubes Norte e nas imediações da Fazenda Água Limpa – Brasília, DF, Brasil.

As áreas das matrizes de coleta foram identificadas com auxílio de aparelho GPS da marca Garmin modelo Vista (tabela 1).

Tabela 1: Coordenadas geográficas das áreas de coleta das árvores matrizes de *Dalbergia miscolobium* Benth.

Áreas	Coordenadas
1	S15°57'58,9" W47°55'17,7"
2	S15°58'00,4" W47°55'21,0"
3	S15°54'27,1" W47°56'44,8"
4	S15°57'56,3" W47°55'00,2"
5	S15°57'57,4" W47°55'04,6"
6	S15°57'58,2" W47°55'10,3"
7	S15°58'00,0" W47°55'20,0"
8	S15°58'00,4" W47°55'21,0"

Fonte: Matos (2014).

A seleção das árvores matrizes foi feita com base na fitossanidade dos indivíduos, em que os indivíduos que apresentassem folhas com algum tipo de mancha característica da presença de fungos eram descartados. Foram coletados cerca de 8.000 frutos que tiveram sua maturidade estimada pela coloração marrom das vagens e pela visualização de umidade nas vagens.

As sementes foram extraídas dos frutos manualmente e misturadas para homogeneizar o lote, para que os dados produzidos pudessem representar as respostas produzidas pela espécie estudada. Em seguida, foram desinfetadas com banho de imersão em solução de hipoclorito a 1% de concentração e posteriores lavagens em água corrente por cinco minutos. Esse procedimento é uma adaptação para procedimento proposto por ISTA (1976) que recomenda a assepsia das sementes com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1% por dez minutos, uma vez que considerou que esse tempo

de exposição associada à morfologia delicada das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. poderia comprometer a integridade das amostras.

Após esse processo, as sementes foram secas em papel toalha e colocadas em bandejas abertas por 24 horas, em laboratório, para só então serem realizados os procedimentos experimentais. As análises foram realizadas nas instalações do Laboratório de Sementes e Viveiros do Departamento de Engenharia Florestal da UnB.

Estudo da composição química da semente

Uma amostra de 200 g de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. foi triturada e posta para secar em estufa de circulação de ar forçada calibrada para 50 °C, por um período de 24 horas. Após esse processo, dez subamostras de 0,5 g foram colocadas em cadinho de porcelana e levadas para um forno tipo mufla, calibrado para 500 °C, durante três horas. As cinzas produzidas foram postas para esfriar em dessecador. De cada subamostra, foi extraída uma porção média de 0,2 g que foram colocadas em recipientes plásticos lacrados (figura 1).

Figura 1: Recipientes de plástico lacrados (porta-amostras) com amostras de cinzas de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.



Fonte: Matos (2014).

Esses recipientes foram colocados no Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva da Marca Shimadzu, modelo EDX-720 (figura 2), para a verificação dos elementos químicos contidos nas cinzas das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. pelo método de Fluorescência de Raios X (XRF), que determina quantitativamente os elementos presentes em uma determinada amostra.

Figura 2: Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva da Marca Shimadzu, modelo EDX-720, aberto para receber as amostras



Fonte: Matos (2014).

Durante a análise de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva, o equipamento aplica raios X na superfície da amostra e determina pela frequência de onda dos elementos a composição química da amostra analisada. Os elementos individuais presentes na amostra

emitem seus raios X característicos (fluorescentes), que determinam quais elementos estão presentes no material. As principais vantagens dessa técnica são a rapidez e a não destrutibilidade da amostra, permitindo que materiais em pequenas quantidades possam ser analisados por outras técnicas. O objetivo fundamental da análise foi avaliar o percentual de potássio na composição das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. e comparar com os resultados obtidos pela análise de Espectrometria de Absorção Atômica (EAA).

Teste de condutividade elétrica

As sementes foram agrupadas em conjuntos de 20 unidades, pesadas e colocadas para embeber em copos plásticos contendo 100 mL de água Mili-Q. Esse número foi selecionado baseado-se no trabalho de Vanzolini e Nakagawa (2003). As amostras foram postas para embeber por períodos de 30, 60, 90, 120 e 240 minutos em câmara de temperatura constante calibrada para 25 °C. Cada tratamento (tempo) foi composto por dez repetições de 20 sementes.

Após cada um dos períodos, foi retirada 15 mL da água usada para embebição das sementes para cada amostra que era encaminhada para preparação das análises de potássio. No restante da água de embebição de cada amostra, era realizada a leitura da condutividade elétrica com o auxílio de um condutivímetro de bancada microprocessado da marca Quimis®, modelo Q405M. Os resultados de condutividade, expressos em $\mu\text{S/g/cm}$, foram corrigidos pela divisão da condutividade pelo peso das amostras.

Determinação dos teores de potássio pela técnica Espectrometria de Absorção Atômica (EAA)

De cada tratamento e suas respectivas repetições, foram retiradas alíquotas de 15 mL, com auxílio de pipeta volumétrica. Essas alíquotas foram armazenadas em tubos de ensaio com tampa, que foram levadas para o Laboratório de Química Analítica (LAQUAA) do Instituto de Química da UnB onde foram acidificadas com ácido nítrico concentrado e armazenadas em geladeira, até o momento da leitura, no espectrofotômetro de absorção atômica, dos teores de potássio por amostra.

As concentrações de potássio no exsudatos foram determinadas por Espectrometria de Absorção Atômica (EAA). Empregou-se equipamento da marca VarianAA240FS, e utilizou-se chama de ar/acetileno (figura 3). Aplicou-se uma calibração externa por meio de uma curva de calibração. Os resultados foram expressos em mg/L/g de sementes.

Figura 3: Espectrofotômetro de Absorção Atômica utilizado para as análises de potássio nos exsudatos das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.



Fonte: Matos (2014).

Verificação da germinabilidade das sementes analisadas pelas técnicas de lixiviação de potássio e de condutividade elétrica

Para estabelecer uma comparação entre os resultados obtidos pelas técnicas de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio dos diferentes tratamentos, foi montado um teste de germinação seguindo as normas de análise de sementes (BRASIL, 2009) com as sementes que deram origem aos exsudatos analisados.

Foi utilizado o método dos rolos de papel filtros acondicionados em sacola plástica tipo ziploc, que foram acondicionadas em câmara de germinação calibrada para 25 °C constantes e fotoperíodo de 12 horas. A duração do teste foi de 30 dias, com monitoramento diário de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância e decomposição em polinômios ortogonais para análise do efeito do tempo. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAEG na versão 9.1 (UFV, 2007).

Resultados e discussão

Composição química das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. e a aplicação do teste de lixiviação de potássio

As análises da composição química pela técnica de Fluorescência de Raios X (XRF) e avaliação da lixiviação de potássio nos exsudatos das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. pela técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) buscaram responder se era possível verificar o potássio sendo lixiviado durante a embebição das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth., e se esse indicador

poderia ser utilizado como um referencial da queda do poder germinativo dessas sementes.

Na tabela 2, são apresentados os elementos da composição química das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. em valores médios percentuais. A análise realizada mostrou que os elementos em maior abundância são respectivamente o potássio, cálcio, fósforo magnésio e enxofre.

Tabela 2: Composição química das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. pela técnica de Fluorescência de Raios X (XRF)

Elementos químicos presentes na composição da semente de <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Quantidade média dos elementos (%)
K	56
Ca	18
P	13
Mg	6,2
S	4,4
Fe	0,55
Si	0,49
Zn	0,14
Mn	0,09
Cu	0,07
Rb	0,038
Ni	0,011
Sr	0,013

Os resultados encontrados para a composição química das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. pela técnica de XRF apontam o potássio como o componente majoritário e, por essa razão, esse elemento seria um marcador mais fácil de verificar no meio de embebição das sementes.

Aplicando a técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) nas cinzas de amostras de *Dalbergia miscolobium* Benth., encontrou-se que o potássio representa, em média, 55% da composição dessas sementes. A aplicação dessas técnicas nas cinzas teve como objetivo responder se são técnicas compatíveis no quesito de identificar o potássio contido na composição das sementes, o que ficou comprovado pela semelhança dos resultados encontrados.

Tanto a técnica de Fluorescência de Raios X (XRF) quanto a técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) são eficientes para verificar a quantidade de potássio contida nas amostras, porém a técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) apresenta algumas desvantagens em relação à técnica de Fluorescência de Raios X (XRF): a Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) analisa um elemento por vez, além de ser uma técnica destrutiva, pois a amostra é pulverizada na chama gerada pelo equipamento para fornecer os dados de absorbância. Também a Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) é considerada bastante trabalhosa, dadas as etapas de preparação das amostras que necessitam ser diluídas e acidificadas para serem, enfim, analisadas pela técnica. O mesmo não ocorre com a técnica de Fluorescência de Raios X (XRF) que é aplicada diretamente nas cinzas.

Outra vantagem da técnica de Fluorescência de Raios X (XRF) é que esta consegue rastrear um número maior de elementos químicos e preservar a amostra para outras análises. Porém, os resultados encontrados nas análises das amostras de *Dalbergia miscolobium* Benth. demonstraram que as técnicas se equivalem na qualidade dos resultados obtidos.

Custódio e Marcos Filho (1997) aplicaram o teste de lixiviação de potássio para analisar lotes de semente de soja aplicando o método

de fotometria de chama e afirmam que não detectaram a relação entre a quantidade de potássio lixiviado com os teores desse elemento nas sementes. Porém, o desfazimento das membranas pode ser responsável pela maior liberação de potássio no meio embebição. E, nesse caso, a liberação do potássio oriundo da constituição das membranas seria um indicativo de que a deterioração estaria num estágio bastante avançado.

Também Kruse *et al.* (2006) descrevem que em sementes mais deterioradas há menor integridade das membranas e, como consequência, ocorre o extravasamento do conteúdo celular para o meio, constatado pelo aumento da quantidade de lixiviados, durante o processo de embebição. Assim, o potássio lixiviado no meio de embebição poderia ser originário de fontes diferentes, mas ambos estariam relacionados ao evento da deterioração.

O estudo da composição foi um importante indicador do que se poderia observar no meio de embebição das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth., uma vez que aspectos como a variação morfológica das sementes e a relação planta-solo poderiam resultar numa variação da composição das sementes, refletindo diretamente nos marcadores das análises indiretas.

A proposta principal era verificar o efeito da lixiviação do potássio sobre a germinação, dessa forma, as sementes utilizadas para extração do exsudatos foram postas para germinar. Esse procedimento impediu a realização da comparação do potássio inicial como potássio lixiviado, uma vez que para isso seria necessário aplicar as técnicas de Fluorescência de Raios X (XRF) e Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) nas cinzas das sementes que foram postas para liberar os exsudatos.

Os valores médios de potássio lixiviado encontrados por Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA), após a embebição

das sementes de *Dalbergia miscolobium* e a respectiva germinação média, são apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Valores médios de potássio lixiviado e germinação de sementes de *Dalbergia miscolobium* em função do tempo de embebição

Tempo de embebição (minutos)	30'	60'	90'	120'	240'
Quantidade de K/ massa de semente (mg/ L/g)	3,75	3,62	4,08	4,63	5,02
Desvio padrão do K	1,05	0,51	1,41	1,74	1,29
Coefficiente de variação	28,00	14,08	34,55	37,58	25,69
Valores de germinação (%)	95	92	97	95	86
Desvio padrão da germinação	4,37	4,83	4,40	5,27	9,36
Coefficiente de variação	4,6	5,25	4,53	5,54	10,88

Houve um aumento na quantidade de potássio lixiviado pelas sementes de *Dalbergia miscolobium* com o aumento do tempo de embebição. Há que se ressaltar que o aumento da perda de potássio observado não significou uma redução drástica da germinabilidade das sementes. Os dados obtidos permitem concluir que tanto pelo teste de lixiviação de potássio como pelo teste de germinação as sementes são vigorosas, pois mesmo com o aumento dos valores de potássio nos diferentes tempos de embebição, verificou-se que não há uma redução acentuada na germinação das sementes.

Zucareli *et al.* (2013) estudaram a lixiviação de potássio, cálcio e magnésio das sementes de milho doce (*Zea mays* L.) por Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) e concluíram que o potássio foi o íon mais lixiviado. Esses resultados também foram comprovados nos estudos de Kikuti *et al.* (2008) e Vanzolini; Nakagawa (2003) que analisaram lotes de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.); e Alves *et al.* (2004) que avaliaram sementes de milho (*Zea mays* L.). Os apontamentos desses autores confirmam o íon potássio como um bom indicador de vigor de sementes, capaz de diferenciar lotes com diferentes estados fisiológicos.

A maioria dos trabalhos realizados com a técnica de Lixiviação de Potássio foi aplicada para analisar sementes de espécies agrárias como soja (DIAS *et al.*, 1995), feijão (DIAS *et al.*, 1998), amendoim (KIKUTE *et al.*, 2008) e girassol (AGUIAR *et al.*, 2001; MORAES *et al.*, 2012). Nesses trabalhos o potássio é utilizado como um indicador de vigor para analisar lotes de diferentes procedências. Os autores classificaram os lotes de acordo com a quantidade de potássio medido, de modo que sementes que lixiviam as menores quantidades de potássio são consideradas as mais vigorosas, mas no caso das sementes recém-colhidas de *Dalbergia miscolobium* Benth., independentemente do

tempo de embebição, as sementes são consideradas vigorosas, visto que desprenderam pouco potássio e continuam a germinar em grande maioria.

Os dados encontrados para o teste de lixiviação de potássio foram submetidos à análise de variância e são apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Resultado da análise de variância para os dados de lixiviação de potássio em função do tempo pela técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F	Signif.	Média	Desvio Padrão	CV
Tratamento	4	12,4814	0,16	0,0006*	88,79	33,38	161,44
Resíduo	45	235,25	-	-	-	-	-

* significativo; CV: coeficiente de variação.

Ao realizar a decomposição em polinômios ortogonais, encontrou-se que o modelo que melhor explica a relação do potássio e o tempo de embebição é o modelo linear apresentando o valor de R^2 igual a 0,97. A partir desse modelo, encontrou-se a seguinte equação que explica a relação de potássio despreendido em função do tempo de embebição das sementes:

$$K = 4,2883 + 0,9276T$$

Onde,

K – quantidade de potássio expressos em mg/L/g

T – tempo em minutos

Essa equação encontrada pode ser aplicada para identificar a quantidade máxima de potássio desprendida em função do tempo para as sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.

O coeficiente de variação geral dos tratamentos encontrado foi de 161,44. Essa enorme variação é explicada pelas diferentes quantidades de potássio lixiviada por cada grupo de semente que compôs a amostra. Fatores como tamanho, idade e variação genética das sementes, juntos, colaboraram para as diferenças encontradas nas amostras. Assim, para que se possam controlar esses fatores, recomenda-se separar as amostras por árvore matriz, classe de tamanho e maturidade, sendo este último aspecto analisado pelo teor de umidade e o padrão de cor.

A técnica de Lixiviação de Potássio é aplicável para analisar o vigor de sementes de *Dalbergia miscolobium* e demais sementes florestais, mas deve receber os ajustes metodológicos tais como: a relação entre a quantidade de sementes e os respectivos tamanhos, assim como o volume da solução de embebição.

Os resultados permitiram concluir que o teste de Lixiviação de Potássio pela técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) aplicado em sementes recém-colhidas de *Dalbergia miscolobium* foi eficiente na investigação do vigor das sementes, aplicando-se o tempo de embebição de 240 minutos.

Essa técnica pode ser empregada com sucesso para verificar a eficiência do programa de armazenamento de sementes, em especial, nos casos de sementes estocadas em bancos de germoplasma, por detectar as mudanças do começo da deterioração e permitir intervenções que aproveitam ao máximo do material genético armazenado.

Contudo, para maior compreensão dos mecanismos e futuros ajustes da técnica, recomenda-se investigar a relação entre quantidade de o potássio lixiviado em função do tempo de armazenamento das sementes

para estabelecer quais faixas de valores de potássio desprendido indicam a perda da germinabilidade das sementes. Outra recomendação é, assim como foi recomendado para teste de condutividade elétrica, verificar a influência da preparação das sementes com a reativação metabólica das sementes, para só então expor as sementes ao processo de embebição e verificar o potássio oriundo da desordem do metabolismo celular.

Teste de condutividade elétrica

Os resultados do teste de condutividade elétrica em função do tempo de embebição para as sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. encontram-se na tabela 5, onde são apresentados os valores médios encontrados nas repetições por tratamento, seguido dos valores médios de germinação das sementes postas para embeber.

Tabela 5: Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S/g/cm}$) e germinação de sementes de *Dalbergia miscolobium* em função dos tempos de embebição

Tempo de embebição (minutos)	30'	60'	90'	120'	240'
Valores médios de condutividade ($\mu\text{S/g/cm}$)	65,90	69,06	80,80	81,36	146,84
Desvio padrão da CE	12,86	11,84	18,00	13,10	20,19
Coefficiente de variação	19,51	17,14	22,27	16,10	13,74
Valores de germinação (%)	95	92	97	95	86
Desvio padrão da germinação	4,37	4,83	4,40	5,27	9,36
Coefficiente de variação	4,6	5,25	4,53	5,54	10,88

Os resultados médios encontrados para o teste de condutividade demonstraram um aumento da condutividade elétrica em função do aumento do tempo de embebição das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. Esses resultados também são descritos no estudo de Nunes *et al.* (2011), os autores trabalharam com tempos de embebição de 3, 6, 9, 12 e 24 horas para sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L) e registraram um aumento gradativo na condutividade elétrica com o aumento do tempo de embebição.

Os valores de condutividade lidos representam a lixiviação de um conjunto de 20 sementes e, por essa razão, não são considerados valores altos. Outro fator considerado é o tamanho das sementes de *Dalbergia miscolobium* que é maior que o tamanho da maioria das sementes agrícolas, representantes da grande maioria dos estudos de condutividade elétrica.

Ao estabelecer uma comparação entre os valores de condutividade e o tamanho das sementes, os valores encontrados para *Dalbergia miscolobium* são considerados semelhantes aos valores de condutividade elétrica encontrados para as sementes de pinhão-manso no estudo de Araújo *et al.* (2011). Segundo Nunes *et al.* (2009), a semente de pinhão-manso possui um comprimento variando de 1,5 a 1,8 cm, e essa medida é próxima da medida de comprimento da semente de *Dalbergia miscolobium* Benth., descrito por Montoro (2008), que apresenta de 1,1 a 1,4 cm de comprimento.

Nunes *et al.* (2011) encontraram para sementes de pinhão-manso valores que variaram de 113 a 169 $\mu\text{S/g/cm}$. Esses valores são próximos dos valores médios encontrados para *Dalbergia miscolobium*, que variou de 65 a 146 $\mu\text{S/g/cm}$.

Os valores médios de germinação se mantiveram e vão de encontro com o resultado encontrado para o teste de germinação padrão em que 97% das sementes germinaram.

Os dados encontrados nos diferentes tratamentos foram submetidos à análise de variância e estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6: Resultado da análise de variância para os dados de condutividade elétrica das sementes de *Dalbergia miscolobium* em função do tempo

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	Signif.	Média	Desvio padrão	CV
Tratamento	4	3175,55	13,50	0,0006*	88,79	33,38	17,27
Resíduo	45	235,25	-	-		-	-

* Significativo; CV: coeficiente de variação.

O desvio padrão de 33.38 demonstra que os valores de condutividade encontrados variam em torno de 30% em relação à média encontrada. O coeficiente de variação de 17,27 é classificado como baixo por Garcia (1989), o que permite afirmar que houve um bom controle experimental.

Aplicou-se a regressão polinomial e concluiu-se que o modelo que melhor explica o comportamento da condutividade em função do tempo de embebição é o modelo cúbico, apresentando o valor de R^2 igual a 0,97.

A partir do modelo cúbico, obteve-se uma equação que explica a condutividade elétrica em função do tempo de embebição para as sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. A equação encontrada é:

$$CE = 14,3937 + 79,5954T - 34,1519T^2 + 4,6952T^3$$

Onde,

CE – condutividade elétrica em $\mu\text{S}/\text{g}/\text{cm}^3$.

T – tempo em minutos

Assim sendo, existe uma relação entre o tempo de embebição das sementes e o valor de condutividade elétrica. A equação apresentada permite que se estime a condutividade elétrica esperada para cada tempo de embebição das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. O que se esperava era encontrar uma distribuição normal para os dados, em função da natureza biológica das amostras, porém o modelo estatístico cúbico que melhor explicou o comportamento da condutividade elétrica dos exsudatos das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. Por essa razão é importante investigar maiores tempos de embebição para verificar as variações de condutividade elétrica em relação ao período de embebição.

Krzyzanowski *et al.* (1991), Vieira; Krzyzanowski (1999) citam que para espécies de sementes agrícolas consideradas grandes, como ervilha e soja, o período de embebição é em torno de 24 horas, pois durante este período ainda haveria lixiviação. Já para sementes pequenas, Murphy; Noland (1982) recomendam um período de embebição inferior a duas horas, pois nesse tempo ocorreria a lixiviação máxima verificada nas sementes de hortaliças.

O teste de condutividade elétrica pelo método massal, analisando-se 20 sementes embebidas em 100 mL de água a 25 °C, foi sensível para verificar as variações de condutividade elétrica e traçar uma comparação destes valores observados com a taxa de germinação das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. examinadas.

Embora tenha ocorrido um aumento gradual da condutividade elétrica, a germinação não apresentou grandes decréscimos. Essa relação demonstrou que as sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. são vigorosas e possuem boa qualidade fisiológica.

Sobre o método massal do teste de condutividade elétrica aplicado em sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth., conclui-se

que temperatura de 25 °C é recomendável para a realização dos procedimentos de embebição por se tratar de uma temperatura ótima para o teste de germinação para as sementes em análise.

Uma recomendação importante para futuros ajustes na metodologia do teste de condutividade elétrica seria avaliar a influência da reativação metabólica das sementes, da mesma forma como é realizada para o teste de tetrazólio, para só então expor as sementes ao processo de embebição, visto que a desordem do metabolismo precederia a desestruturação das membranas plasmáticas. Outra análise relevante para refinar a técnica seria avaliar a sensibilidade do método individual, comparando-o com o método massal.

Conclusão

- Há um aumento da condutividade elétrica em função do tempo de embebição das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. O teste de lixiviação de potássio foi eficiente em detectar a diversidade de vigor entre diferentes amostras e pode seguramente ser utilizado na análise de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.
- Os valores de condutividade elétrica, quando comparados aos valores de germinação, demonstraram que as sementes de *Dalbergia miscolobium* estavam em bom estado fisiológico.

Referências

AGUIAR, R. H.; FANTINATTI, J. B.; GROTH, D.; USBERTI, R., Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.23, n,1, p.134-139, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS–AOSA. *Seed vigor testing handbook*. Lincoln, 105p. (Contribution, 32). 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes* / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. –Brasília : Mapa/ACS, 2009.399 p.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARD; M. *O teste de tetrazólio para viabilidade da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1976.

DELOUCHE, J.C. 2002. Germinação, deterioração e vigor da semente. *Seed News* 6:1-7

DIAS, D.C.F.S. *et al.* Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão-de-vagem e quiabo. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, no 2, p.170-175 – 1998.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J.; CARMELLO, Q.A.C. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementesde soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Scientia Agricola*, Piracicaba,v.52, n.3, p.444-451, 1995.

GARCIA, C.H. *Tabelas para classificação de coeficientes de variação*. Piracicaba: IPEF, 1989. 12 p. (Circular Técnica, 171).

ISTA - International Seed Testing Association. International Rulesfor Seed Testing. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.4,n.1, p.51-177, 1976

KIKUTI, H.; MEDINA, P.F.; KIKUTI, A.L.P.; RAMOS, N.P. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, n.1, p.10- 18, 2008.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras*: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368p.

MENEZES, J.M.T.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C.; BANZATO, D. A. Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à “morte prematura de plantas”. *Científica*, São Paulo, v.22, n.1, p.95-104, 1994.

MONTORO, G. R. *Morfologia de plântulas de quatorze espécies Lenhosas do Cerrado sentido restrito*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 104 p. 2008.

MORAES, M. T.; MIGLIORINI, P.; SILVA, V. R.; ARNUTI, F.; ZWIRTES, A. Qualidade fisiológica de aquênios de girassol cultivado no norte do Rio Grande do Sul. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. - 2012

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Teste de qualidade. In FERREIRA A. G., BORGHETTI F. *Germinação do Básico ao Aplicado*. p 283-297, 2004.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim, efeitos de teor de água inicial e de período de embebição. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.21, n.1, p.46-52, 1999.

ZUCARELI, C; BRZEZINSKI, C R; ABATI, J.; HENNING, F A; RAMOS JUNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Lixiviação de íons potássio, cálcio e magnésio para determinação do vigor em sementes de milho doce. *Informativo ABRATES*, v. 23, n. 3, p. 56-60, 2013. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/portal/images/Informativo/v23_n3/08.Claudemir.pdf>. Acesso em 21 jul. 2014.

Secagem de sementes florestais: Sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. submetidas a três métodos de análise de determinação de umidade

Alexandre Eurico Teza de Souza, Rosana de Carvalho Cristo Martins, Ildeu Soares Martins, Juliana Martins de Mesquita Matos

Introdução

A qualidade das mudas produzidas em larga escala nos viveiros espalhados pelo país possui uma relação direta, entre outros fatores, com a qualidade do material de propagação (HARTMANN; KESTER, 1981). O abastecimento das indústrias de base florestal se dá principalmente pela utilização de técnicas de propagação vegetativa, tendo como ator principal o gênero *Eucalyptus*. No entanto, uma grande parte dos produtores, principalmente médios e pequenos, destinam seus viveiros para a produção de mudas de espécies nativas, com o objetivo de alcançar o mercado de recuperação da vegetação de ambientes com interferência antrópica (IBÁ, 2016; STURION; ANTUNES, 2000).

Sabe-se que, em razão da recente preocupação da sociedade com os problemas ambientais, bem como a falta de capital de pequenos e médios viveiristas (LORZA *et al.*, 2006), não há hoje avanços significativos em relação a técnicas de propagação vegetativa para

espécies com menor valor comercial ou de menor demanda. Sendo assim, esses profissionais utilizam, de forma majoritária, sementes para o estabelecimento do seu plantel de mudas (CUNHA *et al.*, 2005; STURION; ANTUNES, 2000).

Segundo Hartmann e Kester (1981), a utilização de sementes como método de propagação em larga escala possui pontos positivos e negativos. Pode-se destacar como pontos positivos: a variabilidade genética, o custo relativamente baixo, a baixa tecnificação e o fácil treinamento dos funcionários do viveiro. Por outro lado, também há pontos negativos, como: a variabilidade de fenótipos, a dificuldade no controle dos cruzamentos dentro da população, o desenvolvimento heterogêneo dos indivíduos, o tempo das mudas no viveiro e o armazenamento de sementes.

O armazenamento de diásporos, especialmente de sementes, segundo Meneghello (2014), configura-se como uma fase de extrema importância para o sucesso do plantio florestal. A viabilidade e conservação da semente durante o armazenamento é influenciada diretamente pela umidade encontrada nos propágulos e no ambiente, sendo a capacidade de resiliência ao efeito de dessecação, uma de suas mais importantes propriedades (MEDEIROS; EIRA, 2006).

Tendo em vista a quantidade de espécies florestais presentes no Cerrado (MENDONÇA *et al.*, 2008), a importância da secagem das sementes na conservação e a resposta delas a diferentes níveis de umidade, faz-se necessário identificar um método eficiente que possa ser condizente com a realidade dos viveiristas brasileiros, possibilitando a diversificação da produção das espécies florestais nativas.

Entre as espécies do Cerrado, a *Myracrodruon urundeuva*, ou aroeira, destaca-se com enorme potencial, dada sua multiplicidade de usos. Além disso, a aroeira encontra-se atualmente ameaçada de extinção. Logo,

estudos que viabilizem e difundam a propagação da espécie se fazem necessários. (SCALON; SCALON FILHO; MASSETTO, 2012).

Apesar das várias tentativas de encontrar novas condições de armazenamento de sementes, a principal, ainda, é a redução do metabolismo por meio da remoção da água livre das sementes associada à diminuição da temperatura. Os altos níveis de umidade relativa do ar devem ser evitados quando as sementes se destinam ao armazenamento, pois esse fator contribui para a rápida deterioração das sementes e facilita o ataque de microrganismos indesejáveis. O desenvolvimento de tecnologia para a conservação do material de propagação se faz necessário frente ao número elevado de espécies nativas que ainda se encontram no “limbo acadêmico”. (SOUZA, 2011; KOHOMA *et al.*, 2006).

A secagem é uma das mais importantes etapas da produção de sementes porque quando são recém-colhidas elas apresentam teor de água superior ao necessário à sua conservação segura. Segundo Carvalho; Nakagawa (2000), o processo de secagem é composto por duas fases: a primeira caracteriza-se pela perda da água superficial das sementes para o ar circundante; e a outra é o processo em que a água é removida das camadas mais internas para as mais externas. Essa translocação pode ocasionar lesões nos tecidos. As características que estão diretamente ligadas ao processo de secagem são: temperatura, umidade relativa e vazão do ar, tempo de permanência na câmara de secagem e teores de água inicial e final das sementes. (CHRIST *et al.*, 1997).

Pode-se secar a semente naturalmente ou artificialmente. No método natural, as sementes são dispostas em pátios cimentados ao ar livre; o processo de secagem é lento e pode trazer prejuízos a sementes recalcitrantes, quanto à qualidade fisiológica. Os processos de secagem artificiais são baseados na circulação de ar em um ambiente isolado hermeticamente, forçando a liberação da água contida na semente para o ar; por ser um processo mais

rápido, há uma redução no tempo que os propágulos ficam com altos teores de água, resultando no beneficiamento da sua conservação. (SILVA, 2015).

O método artificial de secagem de sementes mais difundido entre os pesquisadores e o que possui maior número de protocolos é o da estufa ($105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$). Esse processo se destaca pela praticidade e pela aplicabilidade à maioria das espécies vegetais. O incentivo à utilização de métodos alternativos de baixo custo deveria ser estimulado por meio de mais pesquisas, tornando-os oficiais (SARMENTO *et al.*, 2015).

Um dos métodos pouco utilizados é a secagem de sementes em aparelho micro-ondas. Trata-se de um processo que gera calor no interior do material vegetal, que, conseqüentemente, acarreta na elevação da temperatura do interior até a superfície do material (BARBOZA *et al.*, 2001).

A grande vantagem da secagem em micro-ondas em relação à estufa é que a potência e o tempo de secagem podem ser calibrados para os diferentes tipos e quantidades de amostra de sementes. O aquecimento por micro-ondas gera economia de energia por não aquecer o equipamento e o ar de secagem remove a água das sementes. Toda a energia aplicada será direcionada para a semente, reduzindo os danos da qualidade química, nutricional e sensorial, chegando a resultados rápidos e precisos na determinação do teor de água. (GARCIA *et al.*, 2014).

O aquecimento por micro-ondas é efetuado por radiações sobre as moléculas de água (dipolos) que se aquecem pela oscilação a altas frequências. Pelas características intrínsecas do método, a remoção da água ocorre em um curto período de tempo, o que conseqüentemente acarreta menos perda de componentes voláteis do que em estufas convencionais (PEDROSA *et al.*, 2014).

Em razão da sua ampla distribuição geográfica no continente sul-americano (Argentina, Bolívia e Paraguai) e também no território brasileiro, a espécie *Myracrodruon urundeuva* possui inúmeras

denominações regionais, sendo recorrentemente conhecida como aroeira. (CARVALHO, 2003a).

Utilizada desde antes da descoberta da América pelos europeus (BACHELET *et al.*, 2011; SANTOS, 2009), a aroeira se faz presente, de norte a sul do país, no cotidiano cultural popular por meio de canções, poesias, contos e ditados. Na medicina alternativa, principalmente no Nordeste (LUCENA *et al.*, 2011), o extrato da entrecasca, dos brotos, raízes e folhas é recomendado para o tratamento de feridas gastrointestinais, inflamações, doenças ginecológicas, dermatológicas, bucais e venéreas (CAVALCANTI, 2013; MATOS, 2007). Graças às suas propriedades terapêuticas, à necessidade de desenvolvimento de novos medicamentos (OMS, 2014), ao alto custo das drogas alopáticas e à busca da população por tratamentos menos agressivos ao organismo, vários estudos estão sendo desenvolvidos para averiguar o potencial farmacológico da espécie (ALVES *et al.*, 2009; BOTELHO *et al.*, 2007; CARLINI *et al.*, 2010; CHAGAS, 2015; GOES *et al.*, 2005).

O objetivo do presente capítulo é apresentar os resultados da pesquisa que avaliou a efetividade do método de secagem em forno micro-ondas comparado aos métodos de estufa convencional ($105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$) e aparelho medidor de umidade na determinação da umidade de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. e analisar a qualidade fisiológica das sementes utilizando o teste de germinação.

Material e métodos

Local de coleta

Realizou-se a coleta das sementes de *Myracrodruon urundeuva* em 30 matrizes na propriedade rural Fazenda Bebedouro, localizada no

município de Abadia de Goiás, no Estado de Goiás, em outubro de 2017. As matrizes da referida espécie encontram-se em fragmentos de cerrado intensamente antropizados (figura 1).

Segundo a classificação de Köppen, a região caracteriza-se como Aw, apresentando invernos secos e verões chuvosos com períodos de estiagem conhecidos como veranicos. A temperatura média é de 22,5 °C e a precipitação média em torno de 1.469 mm ao ano. Setembro é o mês mais quente do ano (24,1 °C) e junho o mais frio (19,7 °C) (CLIMATE-DATA.ORG, 2017). O relevo pode ser classificado como fortemente ondulado ou montanhoso, tendo como solo predominante o tipo cambissolo háplico, com presença de cascalho e silte.

Figura 1: Local de coleta das sementes de *Myracrodruon urundeuva* em fragmento de cerrado localizado no município de Abadia de Goiás – GO



Fonte: Souza (2017).

O fruto de *Myracrodruon urundeuva* é uma drupa com cálice persistente que facilita a dispersão do diásporo (fruto e semente) pelo

vento. A coleta foi feita dos diásporos da seguinte forma: estendeu-se uma lona plástica no solo próximo às matrizes e, com auxílio de um podão (figura 2), os frutos foram coletados de 30 árvores previamente georreferenciadas (tabela 1).

Figura 2: Coleta de diásporos de *Myracrodruon urundeuva*



Fonte: Souza (2017).

Tabela 1: Georreferenciamento das matrizes de *Myracrodruon urundeuva* no município de Abadia de Goiás – GO

Matrizes	Logitude (S)	Latitude (W)	Altitude(m)
1	16° 44' 47.562"	49° 28' 24.388"	763
2	16° 44' 49.430"	49° 28' 23.351"	769
3	16° 44' 49.780"	49° 28' 23.362"	770
4	16° 44' 50.845"	49° 28' 22.919"	773
5	16° 44' 49.427"	49° 28' 19.430"	780
6	16° 44' 51.634"	49° 28' 13.580"	793

7	16° 44' 52.595"	49° 28' 11.626"	790
8	16° 45' 0.184"	49° 28' 11.798"	823
9	16° 45' 0.248"	49° 28' 11.586"	824
10	16° 45' 1.800"	49° 28' 13.440"	820
11	16° 44' 58.700"	49° 28' 23.898"	789
12	16° 45' 1.606"	49° 28' 24.483"	785
13	16° 45' 1.480"	49° 28' 25.018"	793
14	16° 45' 3.348"	49° 28' 25.064"	797
15	16° 45' 4.799"	49° 28' 22.775"	799
16	16° 45' 0.983"	49° 28' 27.044"	789
17	16° 45' 6.710"	49° 28' 32.113"	781
18	16° 45' 5.620"	49° 28' 32.192"	782
19	16° 45' 5.587"	49° 28' 32.398"	781
20	16° 45' 16.211"	49° 28' 30.166"	778
21	16° 45' 14.976"	49° 28' 28.002"	785
22	16° 45' 13.964"	49° 28' 27.822"	787
23	16° 45' 19.408"	49° 28' 33.964"	771
24	16° 45' 1.645"	49° 28' 19.034"	806
25	16° 44' 29.400"	49° 28' 8.760"	784
26	16° 44' 30.120"	49° 28' 10.200"	783
27	16° 44' 30.840"	49° 28' 1.560"	779
28	16° 44' 27.240"	49° 27' 57.960"	790
29	16° 44' 21.840"	49° 27' 51.840"	813
30	16° 44' 19.509"	49° 27' 50.008"	820

Na figura 3, tem-se a distribuição espacial das matrizes de *Myracrodruon urundeuva*, no município de Abadia de Goiás – GO.

Figura 3: Distribuição e localização espacial das matrizes de *Myracrodruon urundeuva* coletadas



Fonte: Google Earth (2017).

Implantação dos experimentos

Efetuuou-se a determinação do peso médio das sementes de *Myracrodruon urundeuva*, bem como os testes de determinação de umidade, pelos métodos do forno de micro-ondas, estufa a 105 °C e aparelho medidor de umidade e teste de germinação no Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal na Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília.

Peso médio das sementes

O peso médio das sementes de *Myracrodruon urundeuva* foi calculado para quatro repetições de 135 sementes cada matriz, em balança de precisão contida no aparelho de determinação de umidade.

Teor de água das sementes

Para a determinação de umidade dentro de cada um dos métodos testados, utilizaram-se 135 sementes em quatro repetições para cada matriz.

Determinação do teor de umidade pelo método da estufa (M1)

Em um medidor de umidade da marca Marte®, modelo ID200, com capacidade máxima de 210 g e mínima de 0,01 g, realizou-se a pesagem das sementes das quatro repetições de cada matriz. Em seguida, as sementes de cada repetição foram colocadas separadamente em recipientes metálicos, sendo então dispostos em uma estufa de circulação de ar por convecção natural da marca Lucadema®, modelo 80/100, por 24 horas, a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Ao término do tempo estabelecido, as sementes foram transferidas para um dessecador contendo sílica gel por 30 minutos para última etapa da secagem, o resfriamento (figura 4). Após esse processo, as sementes foram novamente pesadas para obtenção do peso da matéria seca.

Realizou-se a determinação de umidade das sementes de acordo com a Regra de Análises de Sementes (BRASIL, 2009). O percentual de umidade das sementes foi obtido pela equação 1:

$$\% \text{ de umidade (U)} = 100 \times ((P-p))/P$$

Onde:

P = peso inicial, peso da semente úmida;

p= peso final, peso da semente seca;

Figura 4: Sementes de *Myracrodruon urundeuva* dentro dos recipientes metálicos no dessecador para o resfriamento



Fonte: Souza (2017).

Determinação de umidade pelo método do micro-ondas (M2)

Para cada matriz de *Myracrodruon urundeuva*, aplicou-se a metodologia “amostra única”, descrita por Nery *et al.* (2004). Introduziu-se em um aparelho de micro-ondas convencional da marca Philco® de 100 W de potência, um conjunto de quatro placas de Petri (uma para cada repetição) com 60 mm de diâmetro. Cada placa de petri contém 135 sementes previamente pesadas e, no centro, um béquer graduado com 125 mL de água destilada (figura 5).

Os conjuntos de placas de Petri de cada matriz foram expostos por três minutos ao forno de micro-ondas, com posterior resfriamento em dessecador durante dois minutos, seguindo imediatamente para a pesagem das sementes após serem retiradas da vidraria. Após a pesagem, as sementes retornaram ao forno de micro-ondas por mais cinco minutos; e assim, consecutivamente, por sete, nove e 11 minutos de exposição. A tabela 2 apresenta o procedimento, de forma resumida.

Tabela 2: Determinação de umidade das sementes de *Myracrodruon urundeuva* empregando-se a metodologia da “amostra única” (NERY *et al.*, 2004)

	Tempo (min.)								
	3	2	5	2	7	2	9	2	11
Micro-ondas	X		X		X		X		X
Pesagem/resfriamento		X		X		X		X	

Figura 5: Disposição das placas de Petri e do béquer com água destilada centro do prato do aparelho micro-ondas



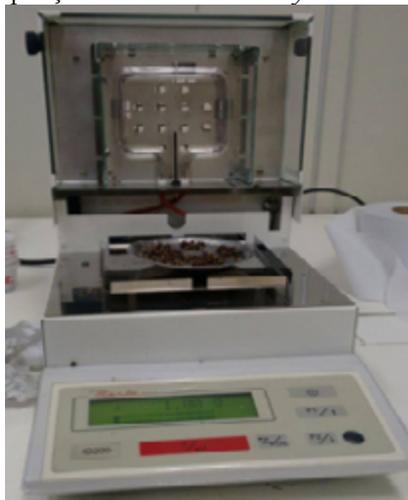
Fonte: Souza (2017).

Determinação de umidade pelo aparelho medidor de umidade (M3)

Em um medidor de umidade com fonte de calor infravermelho da marca Marte®, modelo ID200, com capacidade máxima de 210 g e mínima de 0,01 g, na programação automática, foram colocadas, uma de cada vez, as quatro repetições com 135 sementes de *Myracrodruon urundeuva* de cada matriz (figura 6).

Na programação automática, o equipamento desidrata a amostra na temperatura de 105 °C até não haver variação superior à 0,01% do peso inicial, em um período de 30 segundos.

Figura 6: Medidor de umidade da marca Marte®, modelo ID200, com uma repetição de sementes de *Myracrodruon urundeuva*



Fonte: Souza (2017).

Análise de germinação das sementes

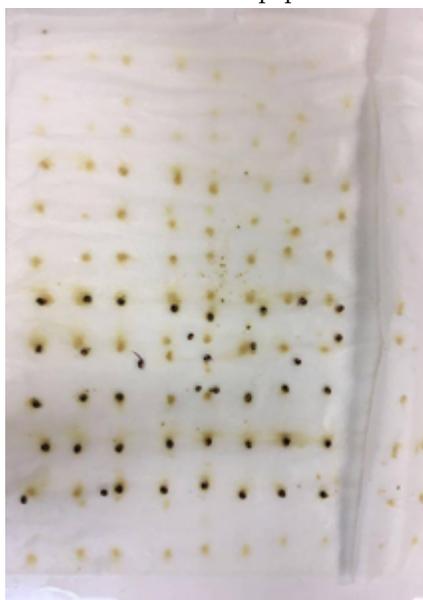
Seguindo as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), as sementes de *Myracrodruon urundeuva* foram dispostas de forma equidistante, sobre duas folhas de papel-filtro tipo Germitest e cobertas por uma terceira folha, para a confecção do substrato rolo de papel (figura 7). As quatro repetições (quatro rolos de papel) foram acondicionadas dentro de sacos plásticos transparentes. Os rolos de papel foram umedecidos com água destilada e acomodados em câmara de germinação da marca Lucadema® modelo Luca 161/02, com temperatura constante de 25 °C, e fotoperíodo ajustado para 12 horas.

Para o teste de germinação, empregaram-se 40 sementes por repetição (4), para cada matriz. Realizaram-se seis avaliações da germinação das sementes ao longo de trinta dias: a primeira após dois dias de instalação do experimento, a segunda após quatro dias,

a terceira após dez dias, a quarta após dezessete dias, a quinta após vinte e quatro dias e a última verificação no trigésimo dia.

Adotou-se o critério botânico para a germinação das sementes, em que bastou a emissão de radícula em 2,0 mm ou mais (figuras 7 e 8) (KERBAUY, 2008).

Figura 7: Disposição das sementes de *Myracrodruon urundeuva* sobre as folhas de papel-filtro.



Fonte: Souza (2017).

Figura 8: Semente germinada, com radícula igual ou superior a 2,0 mm sobre papel quadriculado 1 x 1 cm



Fonte: Souza (2017).

Análise estatística

O experimento adotou o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos, com quatro repetições de 135 sementes para cada tratamento. Utilizou-se o teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos. Toda a estatística foi realizada pelo *software* GENES (CRUZ, 2013).

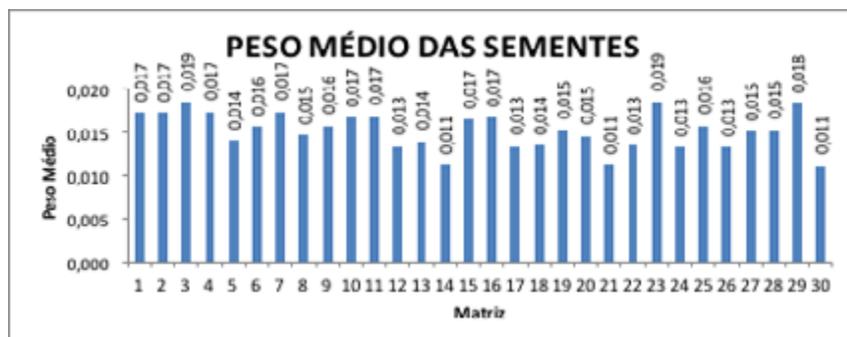
Resultados e discussão

Peso médio das sementes

O peso médio das sementes de aroeira foi de 0,015 g, com desvio padrão 0,002 g. O gráfico 1 mostra o peso médio calculado para as quatro repetições de cada matriz. O menor valor encontrado, 0,011, proveniente das matrizes 14, 21, 30; enquanto o maior, 0,019, foi observado nas matrizes 3 e 23. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Virgens *et al.* (2012) e Bandeira *et al.* (2017), sendo 0,014 g para o primeiro e 0,017 g para o segundo.

A sanidade da planta-mãe, bem como a disponibilidade de nutrientes e água, interfere diretamente na massa das sementes que, por sua vez, é determinante no posterior desenvolvimento das plântulas (MARCOS FILHO, 2005). Nunes *et al.* (2008) também destacam que a espécie estudada é altamente influenciada pelas condições locais.

Gráfico 1: Peso médio das sementes para cada matriz de *Myracrodruon urundeuva*



Determinação de umidade das sementes

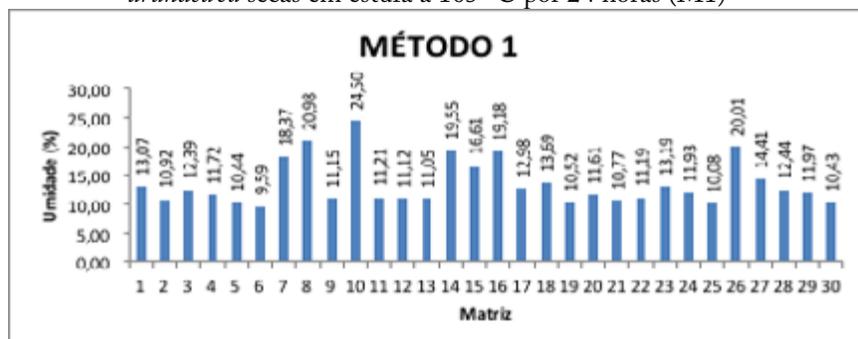
Método de estufa a 105 °C

Para as sementes de *Myracrodruon urundeuva*, verificou-se, pelo método 1 de secagem, umidade média de 13,57% com desvio padrão de 3,87%. Araujo *et al.* (2013) obtiveram, para a mesma espécie objeto deste trabalho, umidade igual a 8,62%, enquanto Caldeira e Perez (2008), 9,7%.

A espécie estudada, segundo Pelissari (2013), suporta o dessecamento; porém, Berjak *et al.* (2007) ressaltam que é difícil identificar com precisão, para qualquer espécie, o ponto exato de tolerância à dessecação. Ainda assim, o gênero *Myracrodruon*, cujas sementes são classificadas como ortodoxas, devem, de acordo com Marcos Filho (2005), ser desidratadas entre 8% e 10% de sua massa para não sofrerem danos no potencial de germinação após o armazenamento.

Observa-se que, para quase todas as matrizes de *Myracrodruon urundeuva* deste trabalho, o método de secagem em estufa se enquadra nesse limite, considerando-se o desvio padrão (gráfico 2). Os valores que se apresentam superiores ao estabelecido na literatura podem ser explicados pelas chuvas que acometeram o município de Abadia de Goiás – GO, nos dias anteriores à colheita.

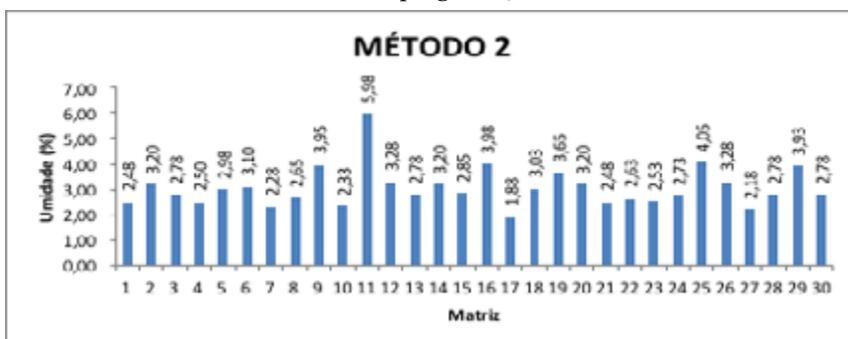
Gráfico 2: Média da umidade das sementes das matrizes de *Myracrodruon urundeuva* secas em estufa a 105 °C por 24 horas (M1)



Método do aparelho medidor de umidade

O tempo médio necessário para secagem das amostras foi de 4 minutos 29 segundos e 52 centésimos, com desvio padrão de 56 segundos e 47 centésimos.

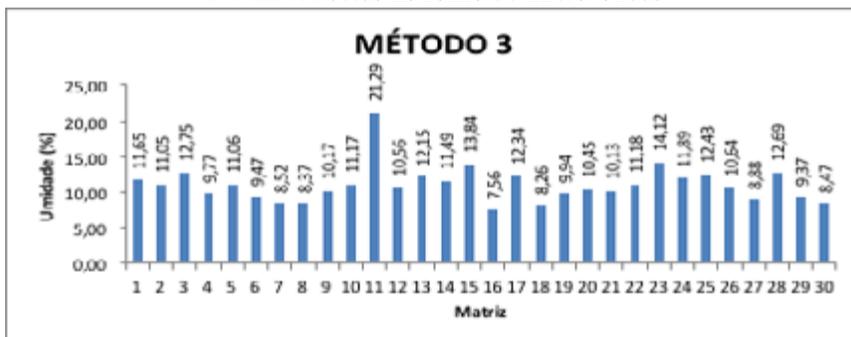
Gráfico 3: Média da umidade das sementes das matrizes de *Myracrodruon urundeuva* secas no medidor de umidade modelo ID200 na programação automática



Método do forno micro-ondas

O método 3 (forno de micro-ondas) apresentou média de 11,09% com desvio padrão de 2,53%. Soares *et al.* (2003) ao realizar a secagem de trigo (*Triticum aestivum L.*) em micro-ondas no tempo de 3 minutos encontrou 12,93% de umidade nos grãos.

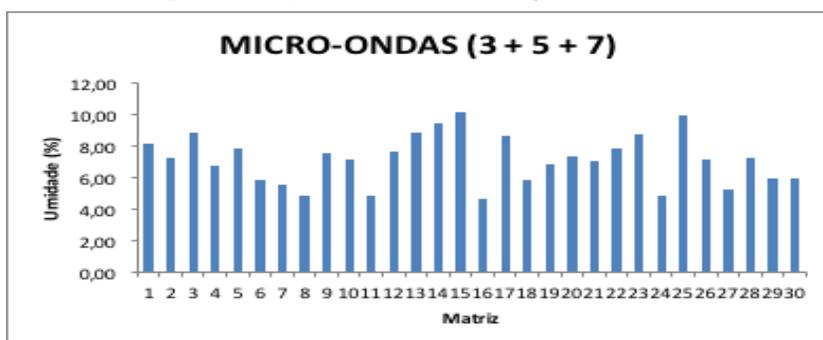
Gráfico 4: Média das sementes das matrizes de *Myracrodruon urundeuva* secas no forno de micro-ondas



Fonte: Souza (2017).

Levando-se em conta o valor estabelecido por Marcos Filho (2005) como ideal para dessecação das sementes de *M. urundeuva*, pode-se notar que a soma da umidade retirada nos tempos de 3 minutos, 5 minutos e 7 minutos encontra-se nesse intervalo (gráfico 5).

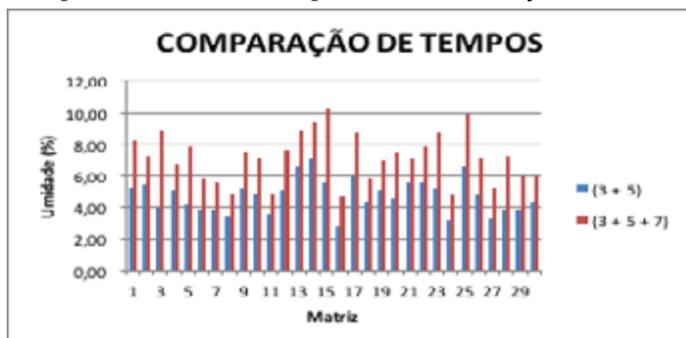
Gráfico 5: Soma do teor de umidade médio nos tempos 3, 5 e 7 do método 3 para a secagem de sementes de *Myracrodruon urundeuva*



Fonte: Souza (2017).

Avaliando-se as taxas de umidade retiradas no somatório dos tempos 3 e 5, taxas essas levemente inferiores ao limite mínimo estabelecido, pode-se inferir que o tempo ideal para secagem, em forno micro-ondas, de sementes de *M. urundeuva*, encontra-se entre 8 minutos e 15 minutos (gráfico 6).

Gráfico 6: Comparação da soma do teor médio de umidade nos tempos 3, 5 e 7, e nos tempos 3 e 5 do método 3 para sementes de *Myracrodruon urundeuva*



Fonte: Souza (2017).

Deve ser levada em consideração que os resultados obtidos no método 3 são provenientes da exposição intermitente da fonte de calor sobre as sementes. A soma dos tempos não proporcionará o mesmo resultado que a secagem de forma contínua. A exposição contínua ao dessecamento resultante do forno micro-ondas provavelmente trará resultados superiores de retirada de umidade das sementes de *Myracrodruon urundeuva* em menor tempo, segundo Duarte (2015).

Na execução do experimento, as amostras de sementes de *Myracrodruon urundeuva* foram retiradas do forno e pesadas ao final de cada tempo estabelecido. Esse procedimento expôs as placas de petri ao ambiente externo repetidas vezes, o que levou ao resfriamento das sementes e provável absorção de umidade durante as pesagens. Assim, aumenta o tempo necessário para as sementes alcançarem o mesmo teor de umidade quando se realiza a secagem ininterrupta.

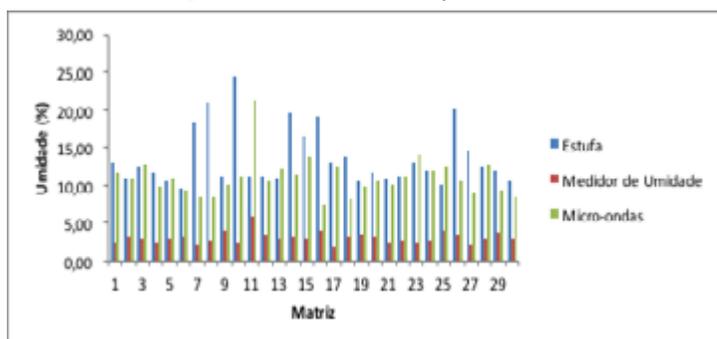
A utilização do béquer com 125 mL de água destilada faz-se necessário para distribuição homogênea dos elétrons no interior do forno (CARVALHO *et al.*, 1997). Entretanto, observou-se neste trabalho que, nos maiores períodos de exposição, a água sofre pequenas explosões,

inutilizando o material do interior do aparelho por umidificá-lo (as sementes de *Myracrodruon urundeuva*). Uma possível solução seria a utilização de cubos de gelo adicionados à água contida no béquer.

Comparação dos métodos

Os altos teores de água (gráfico 7), de forma geral, encontrados nos três métodos de secagem de sementes de *Myracrodruon urundeuva* podem ser explicados, em parte, pela incidência de chuvas próxima ao período da colheita das sementes. De acordo com Carvalho (2005), isso ocorre porque as sementes mais úmidas apresentam maior quantidade de água livre, que é mais facilmente removida do material.

Gráfico 7: Comparação da retirada de água livre dos métodos 1, 2 e 3 de secagem em sementes de *Myracrodruon urundeuva*



Fonte: Souza (2017).

A capacidade da estufa em acomodar de uma única vez um grande número de repetições de várias matrizes pode ser entendida como uma vantagem em relação aos demais métodos testados.

A velocidade de execução e obtenção dos resultados é uma característica marcante para os três métodos, mas os obtidos pelo

medidor de umidade ocorreram em um tempo médio inferior aos demais métodos.

A maior vantagem do aparelho medidor de umidade é a disposição dos resultados obtidos em tempo real por meio de uma tela LCD, na qual o operador pode tomar suas decisões de acordo com o andamento do experimento, mas a sua capacidade limitada de deposição de sementes reduz a sua funcionalidade. Esse aparelho mostra-se indicado para a determinação de pequenas amostras de sementes com posterior extrapolação dos dados para a população.

A utilização do forno de micro-ondas mostra-se como uma alternativa para os pequenos produtores por apresentar baixo custo relativo, sendo necessário mais estudo para consolidar a técnica. Ao estudar o teor de umidade de grãos de milho e soja com micro-ondas, Pedrosa *et al.* (2014) concluíram que a secagem nesse aparelho é possível para os grãos dessas espécies.

Como se verifica na tabela 3, os tratamentos diferiram estatisticamente entre si. Desta forma, a escolha do método a ser empregado deve levar em consideração a finalidade da secagem.

Tabela 3: Médias dos teores de água das sementes de *Myracrodruon urundeuwa* encontradas nos tratamentos de secagem em estufa (estufa), em aparelho micro-ondas (micro) e em aparelho medidor de umidade (medidor)

Tratamento	Estufa (M1)	Micro-ondas (M2)	Medidor de umidade (M3)
Resíduo	13,56 a	11,06 b	3,04 c

CV %: 39,50; Trat: Tratamento; CV: Coeficiente de variação; *: Médias com letras diferentes diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

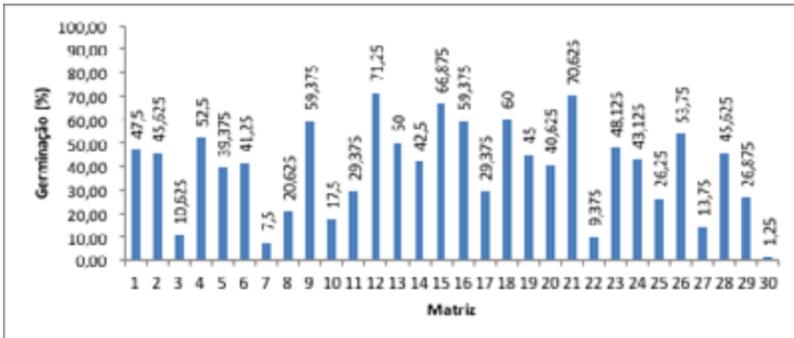
Germinação das sementes

O resultado médio da germinação das sementes de *Myracrodruon urundeuva* obtido foi 39,17%, condizente com o disponível na literatura (PACHECO *et al.*, 2006; DORNELES *et al.*, 2005). A baixa porcentagem de germinação das matrizes 3, 7 e 30 pode ser explicada, em parte, pelo ataque fúngico ocorrido durante o experimento.

De acordo com Ferraz e Calvi (2010), o potencial germinativo das sementes, avaliado pelo teste de germinação, pode ser afetado pela presença de microrganismos. As sementes de aroeira são extremamente suscetíveis ao ataque de fungos, como verificaram Faiad *et al.* (2000). Essa constatação é corroborada por Silva *et al.*, (2015) que, ao realizarem germinação de sementes de aroeira em temperaturas elevadas, encontraram na temperatura 45 °C, após oito dias, 98% de suas sementes colonizadas por fungos e uma taxa de germinação de 29%.

Como medida para reduzir a incidência de fungos e outros patógenos, Pacheco *et al.* (2006) esterilizaram as sementes de *M. urundeuva* com solução de hipoclorito de sódio a 5% durante cinco minutos com posterior lavagem em água destilada. Outra medida para minimizar a ação de fungos pode ser encontrada em Pina-Rodrigues *et al.* (2004) que observaram bons resultados quando da utilização de vermiculita e areia como substratos nos testes de germinação.

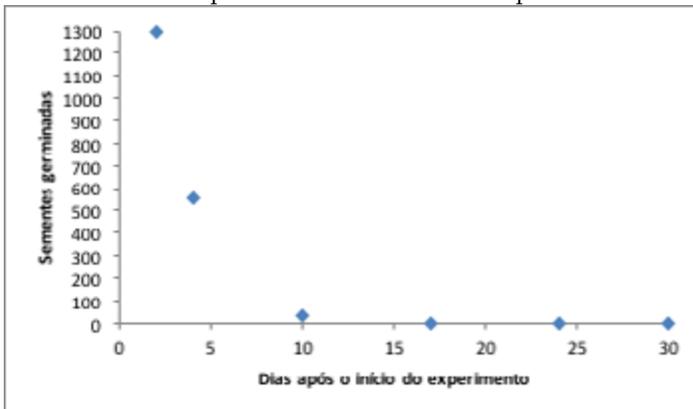
Gráfico 8: Germinação média em sementes de *Myracrodruon urundeuva* em percentagem para cada matriz



Fonte: Souza (2017).

A espécie *Myracrodruon urundeuva* possui como uma de suas características a rápida germinação das sementes (DORNELES *et al.*, 2005). No corrente estudo, observou-se a germinação de 98,24% das sementes nos primeiros quatro dias após a instalação do experimento, com os outros 1,65% ocorrendo até o décimo dia (gráfico 9). Essa rápida germinação indica que a espécie não possui dormência em suas sementes.

Gráfico 9: Germinação diária das sementes de *Myracrodruon urundeuva* após o estabelecimento do experimento



A taxa similar de porcentagem de germinação e peso das sementes das matrizes de *Myracrodruon urundeuva* 1, 2, e 4 pode ser entendida, provavelmente, como reflexo da sua proximidade no campo, compartilhando assim, condições edafoclimáticas muito parecidas.

Deve ser ressaltado que as sementes da matriz 3 sofreram um severo ataque de fungos, o que provavelmente foi o motivo da diferença tão acentuada entre sua germinação e os valores apresentados pelas matrizes 1, 2 e 4.

Conclusão

- A germinação das sementes de *Myracrodruon urundeuva* concentra-se nos primeiros dias após a hidratação delas.
- As sementes da espécie estudada apresentam grande suscetibilidade ao ataque de patógenos.
- A taxa de germinação da espécie estudada não é empecilho para seu emprego na produção de mudas.
- Os métodos de secagem diferem entre si, sendo que o método do aparelho medidor de umidade foi o que menos desidratou as sementes; e o método do forno micro-ondas apresenta potencial para aplicação prática, sendo necessário a formulação de protocolo adequado.

Referências

ALVES, P.M.; QUEIROZ, L.G; PEREIRA, J.V.; PEREIRA, M.S.V. Atividade antimicrobiana, antiaderente e antifúngica in vitro de plantas medicinais brasileiras sobre microrganismos do biofilme dental e cepas do gênero *Candida*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 42, p. 1-3, 2009.

ARAUJO, M.N.; DANTAS, B.F.; PELACANI, C.R. Teor de água sobre a germinação de sementes de aroeira-do-sertão. *Magistra*. Cruz das Almas-BA, v. 25, p. 414-415, 2013.

BACHELET, C.; VIALOU, A.V.; CECCANTINI, G.; VIALOU, D. Um tição de aroeira em contexto arqueológico: contribuição antracológica para a compreensão da relação entre o homem e o ambiente. *Revista Museu Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, n. 21, p. 115-127, 2011.

BERJAK, P.; FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W. Seed desiccation-tolerance mechanisms. In: Jenks, M.A; Wood, A.J. (org). *Plant desiccation tolerance*. Ames, IA: Blackwell Publishing. 2007.

BANDEIRA, A.S. NUNES, R.T.C.; EVERARDES P.J.; e OTONIEL, M.M. Avaliação do potencial fisiológico das unidades de propagação de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), com e sem exocarpo e mesocarpo, em diferentes substratos. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v. 40, n. 1, p. 53-60, 2017.

BARBOZA, A.C.R.N.; CRUZ, M.B.G.; MYRIAN, C.F.; LORENZETTI, E.S.. Aquecimento em forno de micro-ondas/desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. *Química Nova*, v.24, n.6, p.901-904, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS. 399p., 2009.

BOTELHO, M.A.; RAO, V.S.; CARVALHO, C.B.M.; BEZERRA-FILHO, J.G.; FONSECA, S.G.C.; VALE, M.L.; MONTENEGRO, D.; CUNHA, F.; RIBEIRO, R.A.; BRITO, G.A. Lippia sidoides and *Myracrodruon urundeuva* gel prevents alveolar bone resorption in experimental periodontitis in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 113, p. 471-478, 2007.

CALDEIRA, S.F.; PEREZ, S.C.J.G.A. Qualidade de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. armazenados sob diferentes condições. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, p. 185-194, 2008.

CARLINI, E.A.; DUARTE-ALMEIDA, J.M.; RODRIGUES, E.; TABACH, R. Antiulcer effect of the pepper trees *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-da-praia) and *Myracrodruon urundeuva* Allemão, Anacardiaceae (aroeira-do-sertão). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 20, p. 140-6, 2010.

CARVALHO, L.R.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M.M. *Determinação do grau de umidade de sementes de espécies florestais utilizando forno de microondas*. 1997. Graduação (Monografia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Secagem de sementes. In: _____. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 380- 415.

CARVALHO, N.M. *A secagem de sementes*. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2005. 184p.

CARVALHO, P.E.R. *Espécies Arbóreas Brasileiras*. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p. 1039, 2003a.

CAVALCANTI, R. *Fitodontologia*. 1. ed. Rio Branco-AC: Clube dos Autores, v. 1, p. 268, 2013.

CHAGAS, M.B. *Prospecção química e microbiológica do óleo essencial de espécimens de M. Urundeuva (aroeira-do-sertão) quimiotipos 3-careno e ocimeno*. 2015. 61 f. TCC - Curso de Química, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

CHRIST, D.; CORRÊA, P.; ALVARENGA, E.M. Efeito da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica de sementes de canola (*Brassica napus* L. var. oleifera Metzg.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 19, n. 2, p. 150-154, 1997.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima: Abadia de Goiás. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/312876>> Acesso em: 15 de agosto de 2017.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A, SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. *Revista Árvore*, 29(4): 507-516, 2005.

CRUZ, C. D. GENES – A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 35, p. 271-276. 2013.

DORNELES, M. C.; RANAL, M. A.; SANTANA, D.G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (*Anacardiaceae*) ocorrente no cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica*, v.28, n.2, p.399-408, 2005.

DUARTE, G.V. *Avaliação de sementes de Copaifera langsdorffii* Desf. submetidas a dois métodos de análise do teor de umidade. 2015. 34 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FAIAD, M.G.R.; SALOMÃO, A.N.; SILVA, J.A.; PADILHA, L.S.; MUNDIM, R.C. *Recursos genéticos: ocorrência de fungos em sementes de espécies nativas*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000.

FERRAZ, I.D.K.; CALVI, D.P. Teste de Germinação. In: LIMA JUNIOR, M. J. V. (Ed.). *Manual de Procedimentos para Análise de Sementes Florestais*. Manaus: UFAM, 2010. p. 55-110.

GARCIA, L.G.C.; VENDRUSCOLO, F.; SILVA, F.A. Determinação do teor de água em farinhas por micro-ondas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 16, p. 17-25, 2014.

GOES, A.C.A.M.; RODRIGUES, L.V.; MENEZES, D.B.; GRANGEIRO, M.P.F. & CAVALCANTE, A.R.M.S. Análise histológica da cicatrização da anastomose colônica, em ratos, sob ação de enema de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) a 10%. *Acta Cirúrgica Brasileira*, v. 20, p. 144-151, 2005.

GOOGLE. Google Earth Pro. 2017. Abadia de Goiás. Acesso em: 01 de Dezembro de 2017.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. *Propagacion de plantas: Principios y practicas*. México, DF: Continental, p. 814, 1981.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. Relatório IBA 2016. São Paulo. 2016.

KERBAUY, G.B. *Fisiologia Vegetal* - Segunda edição expandida, revisada e atualizada. 2a. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan Ltda., 2008.

KOHOMA, S.; MALUF, A.M.; BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixameira). *Rev. bras. Sementes*. 2006, v.28, n.1, pp.72-78.

LORZA, R.F.; SOUZA, F.M.; NAKASHIMA, R. Pomares de sementes de espécies nativas: situação atual e propostas. In: HIGA, A.R.; SILVA, L.D. (Coord.). *Pomar de sementes de espécies florestais nativas*. Curitiba: FUPEF do Paraná, cap. 2, p. 41-64, 2006.

LUCENA, R.F.P.; FARIAS, D.C.; CARVALHO, T.K.N.; LUCENA, C.M.; VASCONCELOS NETO, C.F.A.; ALBUQUERQUE, U.P. *Uso e conhecimento da aroeira (Myracrodruon urundeuva) por comunidades tradicionais no Semiárido brasileiro*. Sitientibus. Série Ciências Biológicas, v. 11, p. 255-264, 2011.

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

MATOS, F.J.A. *Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil*. 3. ed. Fortaleza: UFC, v. 1, p. 394, 2007.

MEDEIROS, A.C.S.; EIRA, M.T.S. *Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de Sementes Florestais Nativas*. Colombo-PR: Embrapa Florestas, Circular técnica, Nº 127, 2006.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C.W. Flora vascular do bioma cerrado, p.423-442. In: SANO, S.M.; ALMEIDA; S.P. *Cerrado, Ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA CPAC. 2008.

MENEGHELLO, G. Qualidade: umidade e temperatura. *Seed News*, XVIII, p. 28-33, 2014.

NERY, M.C.; CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, L.M. Determinação do grau de umidade de sementes de ipê-do-cerrado *Tabebuia ochracea* ((Cham.) Standl.) pelos métodos de estufa e forno de microondas. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1299-1305, 2004.

NUNES, Y.R.F.; FAGUNDES, M.; ALMEIDA, H.D.S.; VELOSO, M.D.M. Aspectos ecológicos da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão-Anacardiaceae): fenologia e germinação de sementes. *Revista Árvore.*, v.32, n.2, 2008.

OMS. *Antimicrobial Resistance*. Global Report on Surveillance 2014. Organização Mundial de Saúde: Genebra, 2014.

PACHECO, M.V.; MATOS, V.P.; CARACIOLO, R.L.F.; FELICIANO, A.L.P.; PINTO K.M.S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). *Revista Árvore*, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PEDROSA, C.R.G.; MELO, L.F.; FAGIOLI M. Viabilidade do uso de aparelho de microondas na determinação do teor de água em sementes de milho e soja. *Revista Agropecuária Técnica*, v. 35, n.1, p48-53, 2014.

PELLISSARI, F. *Estudos da Tolerância à dessecação em sementes de espécies florestais nativas oriundas do norte de Mato Grosso*. 2013. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2013.

PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, p. 283-297, 2004.

SANTOS, J. S. *Cariri e Tarairiús? Culturas Tapuias nos Sertões da Paraíba*. Porto Alegre. 2009. 732 p. Tese. (Doutorado em História/ Arqueologia). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC/RS: Porto Alegre, 2009.

SARMENTO, M. G.; NOBRE, A. C.; AMARO, H. T. R.. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-manso por métodos alternativos. *Energia na Agricultura*, 30 (3):249-256, 2015.

SCALON, S.P.Q.; SCALON FILHO, H.; MASETTO, T.E. *Aspectos da germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de aroeira*. CERNE. v. 18, n.4, pp.533-539. 2012.

SILVA, R.M.; ANGELOTTI, F.; BARROS, J.R.A.; OLIVEIRA, N.P.; REGO, M.T.C.; OLIVEIRA, F.O.E.C.; DANTAS, B.F. Germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) e incidência de fungos em elevadas temperaturas. In: IV Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro, 2015, Petrolina. *Anais....* Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

SILVA, E.C.C. *Secagem e armazenamento de sementes de Eugenia dysenterica* DC. Dissertação (mestrado em ciências agrárias) – Universidade Federal de São João del – Rei, 2015.

SOARES, G.J.D.; MONKS, L.F.; COSTA, C.S. Efeito das Microondas na Secagem de Trigo (*Triticum aestivum*, L.) e na Qualidade Reológica da Farinha. *Alimentos e Nutrição (UNESP)*, v. 14, p. 219-224, 2003.

SOUZA, F. H. Produção de sementes de *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi no Acre. Embrapa Acre. *Sistemas de Produção*, 4. Versão Eletrônica, 2011.

SOUZA, A. E. T. *Avaliação de sementes de Myracrodruon urundeuva Fr. All. Submetida a três métodos de análise do teor de umidade. 2017.* Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília.

STURION; J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. *Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais*, Colombo, p.125-150, 2000.

VIRGENS, I.O.; CASTRO, R.D.; FERNANDEZ, L.G.; PELACANI, C.R. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) submetidas a fatores abióticos. *Ciência Florestal*, v. 22, p. 681-692, 2012.

Técnicas alternativas para conservação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Letícia Mendes Rabelo, Juliana Martins de Mesquita Matos,
Rosana de Carvalho Cristo Martins

Introdução

A maioria das espécies de sementes agrícolas, como milho e soja, necessitam de um pequeno tempo de armazenamento, visto que elas são cultivadas e produzidas anualmente e o período da colheita até a próxima semeadura é relativamente curto. Esse cenário é muito diferente para as espécies florestais, cujas sementes necessitam de um tempo maior de armazenamento e apresentam produção irregular, variando muito de um ano para o outro, necessitando de um armazenamento mais eficiente. (MEDEIROS, 2001).

Para Pedrosa *et al.* (1999), as sementes conservadas adequadamente são aquelas que têm suas atividades metabólicas reduzidas ao mínimo, evitando, assim, perdas no aspecto qualitativo e quantitativo. Carneiro e Aguiar (1993) conceituaram o armazenamento como sendo uma preservação na qualidade até que as sementes sejam utilizadas para a semeadura, sendo que esse armazenamento visa reduzir o processo de deterioração das sementes, já que esse é um procedimento que não

pode ser evitado, mas sim minimizado e controlado. (VIERA *et al.*, 2001; OLIVEIRA, 2012).

Tamboril, timbaúva, orelha-de-macaco, pacará, timbó e pau-sabão são alguns dos nomes populares dessa espécie florestal de semente que ocorre, no Brasil, desde o Ceará até o Rio Grande do Sul e também na Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai. É uma espécie da família Fabaceae-Mimosoideae (LORENZI, 2008), pioneira, podendo ser encontrada em clareiras, beira de matas, tendo preferência por solos arenosos ou argilosos com boa drenagem, não aceitando alagamento, sendo muito comum na Floresta Estacional Decidual e na Floresta Estacional Semidecidual (CORADIN *et al.*, 2011).

Essa espécie é muito usada para o reflorestamento de áreas degradadas em plantios mistos devido ao seu rápido crescimento inicial (LORENZI, 2008). De acordo com Coradin *et al.* (2011), a referida espécie também é importante para a recuperação de áreas degradadas por ser uma leguminosa que recicla o nitrogênio do solo, tendo grande utilização em sistemas agroflorestais do Estado do Rio Grande do Sul. Carvalho (2003) ressalta que essa espécie é indicada para recuperar mata ciliar com inundações de rápida duração ou nenhuma inundação e para áreas de baixa fertilidade química.

De acordo com Lorenzi (2008), o tamboril não produz sementes todos os anos e para sua semeadura é aconselhável aplicação de tratamento de escarificação das sementes para aumentar a germinação; sendo o seu desenvolvimento no campo extremamente rápido. Conforme explica Carvalho (2003), essa espécie propaga-se por sementes (figura 1) e também de forma vegetativa, por meio de estacas de galhos e brotações de raízes; e a germinação das sementes se dá por volta de quatro a 60 dias após a semeadura.

Figura 1: Fruto e semente, respectivamente, da espécie *Enterolobium contortisiliquum*



Fonte: LMR (2015).

Para Nascimento *et al.* (2006), conservar *ex situ* sementes de florestas nativas oriundas de espécies que sofrem com a intensa exploração madeireira é uma justificativa para aumentar as pesquisas relacionadas à avaliação da qualidade sanitária de suas sementes. Os fatores que afetam o armazenamento e, conseqüentemente, a preservação da qualidade fisiológica das sementes são principalmente: a umidade relativa do ar e a temperatura do local de armazenamento, sendo que os métodos de armazenamento buscam evitar variações nesses fatores, para que se tenha um melhor controle da qualidade das sementes armazenadas. (CARNEIRO; AGUIAR, 1993; PARRELLA, 2011; MELO, 2009).

Melo (2009) ressalta a importância em se aprofundar os estudos a respeito do tipo de ambiente, das embalagens, do teor de água, da tolerância à dessecação para se conhecer o meio mais adequado de se armazenar sementes. Também a avaliação de técnicas alternativas para o controle de pragas e doenças de sementes a serem armazenadas são importantes. Lima *et al.* (1999) utilizaram cinza

de lenha, pimenta-do-reino (pó), casca de laranja-cravo (pó), folhas de fumo moídas, óleo de soja e folha de eucalipto (pó) para verificar se esses produtos naturais são eficazes no controle de pragas e na conservação da qualidade fisiológica das sementes armazenadas de feijão.

Bavaresco (2007) avaliou o uso de terra de diatomácea, areia, cinza de madeira, calcário dolomítico, munha (resíduo da trilha do feijão), cal hidratada, óleo comestível de soja e óleo de nim no controle de *Acanthoscelides obtectus* em feijão armazenado. De acordo com Korunic (1998), a terra diatomácea é um depósito geológico que consiste em esqueletos petrificados de numerosas espécies de silícios, organismos unicelulares marinhos e outras algas. Trata-se de um produto natural, estável, não produz resíduos químicos tóxicos e não reage com outras substâncias. Os insetos em contato com a terra diatomácea perdem água por danos provocados na cutícula e morrem. Segundo Dupchak *et al.* (1996) o uso da terra de diatomácea é eficiente em relação aos insetos e mantém a germinação das sementes sem causar fitotoxicidade.

Dado o aumento na demanda por sementes florestais, seja para programas de recuperação de áreas degradadas ou para a formação de Sistemas Agroflorestais para produção sustentável no campo, torna-se relevante a avaliação de técnicas que possam ser facilmente implementadas pelo produtor rural para conservação dessas sementes. O presente capítulo teve por objetivo avaliar a efetividade da aplicação de diferentes materiais vegetais e minerais como tratamentos alternativos para o armazenamento das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Materiais e métodos

Coleta de sementes

As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* foram coletadas de cinco matrizes no município de Nova Roma – GO, em uma área de Cerrado natural. As matrizes foram georreferenciadas por meio de GPS, marca Garmin Vista (tabela 1) e a coleta das sementes foi realizada diretamente na árvore, sendo posteriormente extraídas manualmente dos frutos.

Tabela 1: Localizações geográficas das matrizes de *Enterolobium contortisiliquum*

Matrizes	Coordenadas
1	13°43'43,78"S 58°52'44,90"O
2	13°41'13,27"S 58°50'8,23"O
3	13°41'11,61"S 58°50'8,70"O
4	13°43'32,70"S 58°52'35,07"O
5	13°51'48,63"S 58°51'48,63"O

Fonte: Rabelo (2015).

Preparação das amostras

Determinação do teor de umidade

As sementes foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,1 g, marca Bioprecisa e colocadas em recipientes de alumínio para obtenção de peso da matéria fresca, em seguida, foram levados para a estufa a 105 °C, por 24 horas. Após esse período, os recipientes

contendo as sementes foram colocados em dessecador com sílica gel por 30 minutos (para resfriamento), e novamente pesados para obtenção do peso da matéria seca das sementes. O grau de umidade das sementes foi determinado de acordo com as Regras de Análises de Sementes (RAS). Foram utilizadas sementes inteiras, sendo dez repetições, cada repetição com dez unidades amostrais (sementes) (BRASIL, 2009).

Tratamentos realizados

As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* foram submetidas a cinco tratamentos de conservação:

- 1) Sementes misturadas com macerado de pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius*) – As sementes de aroeira pimenteira ou pimenta-rosa exsudam óleo essencial que exala um cheiro característico, possivelmente a substância atua como repelente natural;
- 2) Sementes misturadas com pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) em pó – O forte cheiro proveniente do óleo essencial da pimenta-do-reino moída poderia atuar como repelente para os insetos em geral;
- 3) Sementes misturadas com terra de diatomácea – A terra de diatomácea, um pó inerte proveniente de algas diatomáceas fossilizadas, possui o dióxido de sílica como principal ingrediente. A sílica tem a capacidade de desidratar os insetos, causando a morte em um período variável de um a sete dias, dependendo da espécie-praga. Trata-se de um produto seguro para operadores e consumidores dos grãos, com ação inseticida duradoura, pois não perde efeito ao longo do tempo. (LORINI *et al.*, 2001);
- 4) Sementes misturadas com cinzas de carvão – As cinzas exalam um odor característico do licor pirolenhoso, que pode atuar

como repelente natural, além de constituir uma reutilização desse resíduo;

- 5) Testemunha – Sementes sem nenhum material adicionado (sem tratamento alternativo).

Para cada tratamento de conservação foram efetuadas dez repetições de dez sementes, totalizando cem sementes por tratamento. As sementes de cada tratamento foram colocadas dentro de caixas plásticas transparentes (gerbox) e misturadas com os materiais vegetais e minerais (tratamentos alternativos) nas seguintes quantidades: 10 g de pimenta-rosa (tratamento 1); 18 g de pimenta-do-reino (tratamento 2); 10 g de terra de diatomácea (tratamento 3); 15 g de cinzas de carvão (tratamento 4); sem acréscimo de materiais vegetais e minerais (tratamento 5 ou testemunha ou controle).

As sementes foram armazenadas em condições de laboratório de sementes (aproximadamente 24 °C e 60% URA), sendo utilizadas duas bandejas plásticas (uma para cada espécie), em cada bandeja estavam contemplados todos os cinco tratamentos e repetições de cada uma. O trabalho teve duração de três meses. A cada 20 dias, as caixas foram abertas, para verificação visual da integridade das sementes. Após esse período, as sementes tiveram sua qualidade fisiológica avaliada por meio da realização do teste de germinação.

Os procedimentos experimentais e demais análises foram realizados no Laboratório de Sementes e Viveiros Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília.

Teste de preferência para inseto brocador de sementes

Para analisar a efetividade dos tratamentos propostos contra o ataque de insetos, foi realizado um teste expondo as sementes tratadas ao

inseto. O método escolhido foi o teste “com chance de escolha”, seguindo as recomendações de Boiça Jr. *et al.* (1997). Foram montadas arenas, que corresponderam a pratos descartáveis brancos, com 15 cm de diâmetro, cobertos com tecido tipo “voal” branco, colocando-se as sementes, após cada tratamento alternativo e a testemunha, em contato direto com 10 insetos recém-emergidos da espécie *Callosobruchus maculatus*.

O inseto *Callosobruchus maculatus* foi selecionado por possuir preferência alimentar por sementes de leguminosas. Os insetos utilizados nos testes foram cultivados no Laboratório de Proteção de Plantas da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UnB, e já se encontravam na fase adulta, quando foram postos em contato com as sementes.

Cada arena (prato) correspondeu a uma parcela experimental, com 20 repetições (sementes) de cada tratamento (pimenta-rosa, pimenta-do-reino, terra de diatomácea, cinza de carvão), e 20 repetições (sementes) da testemunha. As arenas ficaram no Laboratório de Sementes e Viveiro Florestal, com temperatura e umidade ambiente, por 24 horas, sendo observado, durante esse período, o comportamento dos insetos em relação aos produtos usados.

Avaliação da qualidade fisiológica das sementes

A avaliação dos tratamentos alternativos aplicados à conservação das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* se deu por dois métodos: 1) análise visual – em que foram verificadas a presença de insetos, injúrias nas sementes e presença visual de fungos; 2) análise do potencial germinativo – na qual as sementes foram postas para germinar, seguindo as RAS (BRASIL, 2009).

No teste de germinação foram realizadas dez repetições em que cada repetição foi composta por dez sementes (unidades amostrais).

Todas as sementes foram escarificadas mecanicamente, sendo feito desponte com o auxílio de uma tesoura de poda. Os cortes foram efetuados no lado oposto à emissão da radícula.

Empregou-se o substrato rolo de papel filtro acondicionado em sacola plástica tipo ziploc, depositada em câmara de germinação tipo B.O.D., a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. Adotou-se o critério botânico para a germinação das sementes, em que basta a protrusão da radícula em pelo menos 2,0 mm para obtenção de sementes germinadas (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Após a aplicação do teste de germinação, foi observada a porcentagem de germinação (% de germinação) que indicou o vigor das sementes.

Para o teste de germinação, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, no qual o número de sementes germinadas foi submetido à análise de variância (ANOVA), a 5% de significância, por meio do programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

Resultados e discussão

Determinação de umidade das sementes

Verificou-se que cem sementes de tamboril correspondiam a aproximadamente 60 g e um teor de água médio de 7,44%. Esse valor foi muito próximo do teor de umidade médio proveniente de quatro lotes de sementes do trabalho de Eira *et al.* (1993). Nesse trabalho foram utilizadas sementes coletadas nos estados de Goiás, Piauí e Maranhão. As sementes coletadas nos estados da região Nordeste tiveram um teor de umidade mais baixo (4,3% e 6,5%); já as do estado de Goiás tiveram valores mais altos (9,7% e 9,8%).

Esse baixo valor de umidade (7,44%) característico de sementes ortodoxas, segundo Medeiros (2001), permite que elas sejam armazenadas por um tempo maior, comprovando que essa espécie estava apta a ser testadas para os diferentes métodos alternativos aplicados neste trabalho, com vistas à conservação das sementes.

Análise visual das sementes

Ao longo do período de observação, não foram constatadas mudanças na integridade das sementes, após os três meses de armazenamento (figura 2). Também não foi verificada a presença de insetos que poderiam ter ovopositado nos frutos e sementes ainda no campo, tão pouco se observou o aparecimento de insetos nas amostras durante o armazenamento.

Figura 2: Sementes de *Enterolobium contortisiliquum* tratadas



1- tratamento 1 (pimenta-rosa); 2 - tratamento 2 (pimenta-do-reino); 3 - tratamento 3 (terra de diatomácea); 4 - tratamento 4 (cinza de carvão); 5 - testemunha.

Fonte: Rabelo (2015).

Análise do potencial germinativo

O teste de germinação para as sementes de tamboril teve duração de oito dias e o maior número de sementes germinadas foi obtido no primeiro dia de análise (dois dias após as sementes terem sido colocadas para germinar), no oitavo dia foi observada a morte de dez sementes (figura 3).

Figura 3: Sementes *Enterolobium contortisiliquum* dispostas no papel filtro durante o teste de germinação



Fonte: Rabelo (2015).

As taxas de germinação para as sementes de tamboril variaram de 96% a 100% (tabela 4), sendo essas taxas muito similares entre os diferentes tratamentos e a testemunha. Pela análise de variância, não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha (tabela 2). O coeficiente de variação (tabela 3) encontrado foi de 2,78%, o que demonstra que houve um ótimo controle experimental, segundo Garcia (1989).

Tabela 2: Porcentagem de sementes germinadas *Enterolobium contortisiliquum* por tratamento alternativo de conservação

Tratamento	Sementes germinadas (%)
1 Pimenta-rosa	100%
2 Pimenta-do-reino	96%
3 Terra de diatomácea	98%
4 Cinzas de carvão	98%
5 Testemunha	98%

Fonte: Rabelo (2015).

Tabela 3: Análise de variância para o teste de germinação de *Enterolobium contortisiliquum*.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F	Média	Coefficiente de variação (%)
Tratamentos	4	2	0,50	1,07ns	24,5	2,78
Resíduo	15	7	0,46			
Total	19	9				

Legenda: ns - não significativo

Fonte: Rabelo (2015).

Brito *et al.* (2013) testaram diferentes técnicas de superação de dormência para a mesma espécie e obtiveram taxas de germinação variando de 71% a 80%, sendo o primeiro valor correspondente ao tratamento de escarificação mecânica, com o corte com alicate mais imersão em água por 12 horas. Matos *et al.* (2010), que também testaram diferentes tratamentos de superação de dormência, obtiveram uma taxa de germinação de 100% para todas as repetições feitas pela mesma técnica utilizada no presente trabalho (desponte), mostrando,

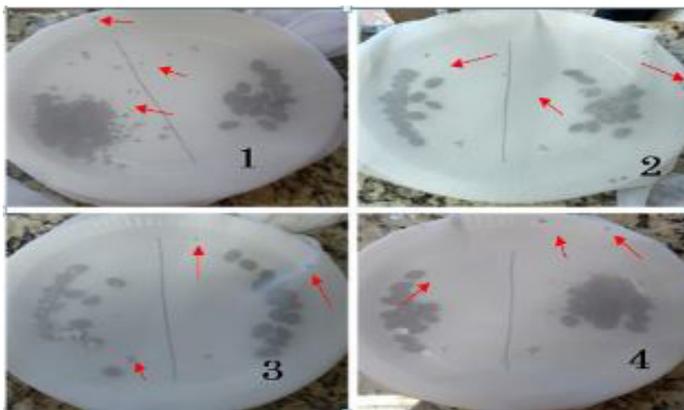
assim, que essa técnica é realmente apropriada para superar a dormência tegumentar de *Enterolobium contortisiliquum*.

Analisando as porcentagens de germinação por tratamento, observou-se que as sementes de *Enterolobium contortisiliquum* tratadas com pimenta-rosa tiveram 100% de germinação. Logo, esse tratamento alternativo não afetou a germinação de sementes de tamboril. As que foram tratadas com pimenta-do-reino e terra de diatomácea tiveram porcentagens de 96% e 98%, respectivamente, e esses produtos, que já tiveram eficácia confirmada contra o ataque de carunchos em sementes agrícolas armazenadas, não prejudicaram a germinação dessa espécie florestal. (LIMA *et al.*, 1999; GARCIA *et al.*, 2000; LORINI *et al.*, 2001).

Teste de preferência para inseto brocador de sementes de leguminosas

Durante o teste de preferência, foi observado, em um primeiro momento, que os insetos procuraram se afastar das amostras que continham as sementes tratadas, fixando-se no tecido, na parte superior ou na parte lateral da arena. Posteriormente, os insetos se mantiveram no lado da arena onde estavam as sementes que não haviam sido tratadas (testemunhas) (figura 5).

Figura 5: Arenas dos testes de preferência de insetos com chance de escolha de sementes de *Enterolobium contortisiliquum*



(1) arena com sementes tratadas com pimenta-rosa e testemunha; (2) arena com sementes tratadas com pimenta-do-reino e testemunha; (3) arena com sementes tratadas com terra de diatomácea e testemunha; e (4) sementes tratadas com cinza de carvão e testemunha. As setas apontam a localização dos insetos na arena.

Fonte: Rabelo (2015).

Lima *et al.* (1999) testaram, em seu trabalho, produtos alternativos no controle de pragas em sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata*) armazenadas por seis meses e concluíram que a casca de laranja-cravo e a pimenta-do-reino moídas foram os produtos mais eficazes no controle da infestação de insetos nas sementes. Eles também observaram que o armazenamento com a casca de laranja-cravo moída influenciou na melhoria da qualidade fisiológica das sementes, com melhores taxas de germinação e emergência em campo.

Garcia *et al.* (2000), estudando a eficiência de produtos alternativos no controle do *Zabrotes subfasciatus* e seus efeitos na qualidade das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*), observaram que tratamentos com pimenta-do-reino moída, nas concentrações de 4 e 6g/kg de sementes, apresentaram controle absoluto desse caruncho durante oito meses de armazenamento. Além disso, observaram que os tratamentos

que utilizaram esse produto alternativo foram os menos prejudiciais à germinação das sementes.

O trabalho de Santos *et al.* (2007), enfatizando a importância de se estudar produtos que controlam insetos e pragas, visando à diminuição dos prejuízos causados à saúde humana com o seu uso, testou a ação inseticida do óleo essencial das folhas da pimenta-rosa e constatou que, ao ser aplicado esse óleo, os insetos das espécies *Zabrotes subfasciatus* e *Acanthoscelides obtectus*, nos primeiros instantes, ficaram bastante agitados, demonstrando o potencial inseticida desse produto.

Especificamente na arena que continha as sementes tratadas com terra de diatomácea, foi observado que os insetos, em um primeiro momento, não tentavam fugir da área que continha o produto. Isso pode ter acontecido por se tratar de um material inerte e sem cheiro. Porém, pouco tempo depois, foi observado nos insetos que entraram em contato com as sementes tratadas com a terra de diatomácea (e ficaram com o corpo coberto com essa substância) uma mudança em seu comportamento de voo e de locomoção. Ebeling (1971) e Paez (1987) *apud* Ribeiro *et al.*, 2008 afirmam que os insetos que não morrem têm sua habilidade de acasalamento e locomoção diminuída, podendo haver também a redução da ovoposição após contato com a terra de diatomácea.

Marsaro Júnio *et al.* (2008), testando diferentes concentrações da terra de diatomácea no controle do inseto *Sitophilus zeamais* em milho armazenado, e Marsaro Júnior *et al.* (2013) empregando também terra de diatomácea no controle de *Callosobruchus maculatus* em feijão-caupi armazenado, observaram que essa substância apresenta uma alta eficiência no controle das duas espécies de insetos, em diferentes dosagens. Além disso, foi verificado, nos dois trabalhos, que ao aumentar a dosagem (dosagem máxima de 1.000 gramas por tonelada de semente)

ocorreu uma redução no tempo necessário para que fossem alcançados maiores níveis de mortalidade dos insetos.

Outro trabalho que também analisou produtos alternativos no controle de insetos foi o de Bavaresco (2007), que avaliou diferentes tratamentos no controle de *Acanthoscelides obtectus* em feijão armazenado e concluiu que a terra diatomácea (1 g/kg), a cal hidratada (6 g/kg), o calcário dolomítico (200 g/kg) e a cinza de madeira (200 g/kg) são eficientes na proteção dos grãos por um período de 240 dias de armazenamento.

Lorini *et al.* (2001), em seu trabalho sobre o armazenamento de milho com a terra de diatomácea, destacaram vantagens em se utilizar esse produto, tais como: não é prejudicial para quem aplica, para os consumidores, nem para outros seres vivos. Na dosagem de 1,0 kg/tonelada de milho não há comprometimento do meio ambiente, uma vez que não há produção de resíduos com características contaminantes; a ação inseticida é duradoura e não perde efeito em longo prazo; e apresenta fácil manuseio e aplicação.

Estudo de viabilidade econômica das técnicas

Segundo Martins (2006), a análise de custo-benefício utiliza como parâmetro a contabilidade de custos que possui duas funções gerenciais/empresariais relevantes: auxílio ao controle e ajuda nas tomadas de decisões. No que se refere a esta pesquisa, a análise de custo-benefício é proposta para demonstrar a viabilidade econômica das técnicas para que sejam aplicadas pelo viveirista/produtor, uma vez que os tratamentos se mostraram tecnicamente válidos. Verificou-se a eficiência da ação repelente. Os produtos não afetam o poder germinativo das sementes de tamboril.

Para tal, foi realizada uma pesquisa de mercado para levantar os preços médios por quilo de cada produto (tabela 4) usado nos diferentes tratamentos alternativos. Percebe-se que os valores oscilam bastante, indo desde R\$ 2,80/kg até R\$ 115,00/kg.

Tabela 4: Preço de cada produto utilizado nos tratamentos alternativos para armazenamento das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*.

	Preço/kg
Cinza de carvão	R\$ 2,80
Terra diatomácea	R\$ 14,00
Pimenta-do-reino	R\$ 80,00
Pimenta-rosa	R\$ 115,00

Fonte: Rabelo (2015).

Entende-se que tanto o viveirista como produtor rural interessado em produzir uma agrofloresta, ou mesmo recuperar uma área degradada, vai procurar adotar a técnica que tiver o melhor custo-benefício. Os preços encontrados colocam a cinza de carvão, seguida da terra de diatomácea, como as alternativas mais econômicas. Contudo, ressalta-se que em todos os tratamentos o custo de aquisição é relativamente baixo, visto que um quilo de cada um desses produtos rende muitas porções para utilização.

Os autores Smiderle e Cicero (1999) pesquisaram os efeitos dos inseticidas deltametrina, clorpirifos, fosfina e da terra diatomácea no controle de insetos em sementes de milho, armazenadas durante 12 meses, e concluíram que os inseticidas deltametrina e clorpirifos (isolados ou associados), a terra diatomácea e a fosfina promovem, de maneira similar, o controle de insetos-praga que ocorrem no armazenamento e não causam toxicidade às sementes, bem como a qualidade fisiológica das sementes é efetivamente preservada pelos

tratamentos com inseticidas químicos e terra diatomácea. Foram utilizados 1.000 g de terra de diatomácea para 5 kg de sementes de milho, assim como, neste estudo, para cada 1 kg de sementes, utilizaram-se 200g de terra de diatomácea.

Tendo em vista os benefícios observados no presente trabalho, o custo de se obter os produtos e os outros trabalhos existentes que confirmam a efetividade dos tratamentos alternativos, a terra de diatomácea e a pimenta-do-reino encontram-se como os materiais mais propensos a gerar bons resultados a custos não muito elevados. Contudo, dada a efetividade técnica de todos os tratamentos, fica a cargo do futuro usuário escolher a técnica alternativa de conservação de sementes que for de mais fácil aquisição, conforme a localidade da propriedade/viveiro.

Conclusões

- Não foi observada a presença de insetos, brocas e outros danos nas sementes armazenadas com os produtos pimenta do reino, pimenta-rosa, terra de diatomácea e cinzas de carvão;
- Durante o teste de preferência, observou-se o efeito repelente de todos os materiais testados; apenas para a terra de diatomácea a locomoção do inseto foi prejudicada;
- Os teores de umidade das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* confirmaram que as sementes podiam ser armazenadas sem precisarem estar secas; e
- Não foram observados efeitos inibitórios na germinação das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas aos diferentes tratamentos.

Referências

BAVARESCO, A. Avaliação de tratamentos alternativos para o controle do *Acanthoscelide sobtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v.6, n.2, p.125-133, 2007. Disponível em: <<http://www.periodicos.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5367/3572>> Acesso em: 28 de Out. de 2015.

BOIÇA JR., A. L.; LARA, F. M.; GUIDI, F. P. Resistência de genótipos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *An. Soc. Entomol. Bras.* [online]. v. 26, n.3, pp. 481-485. ISSN 1981-5328. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRITO, A. C. V, de. *et al.* Superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong submetidas a diferentes tratamentos. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro. 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R1070-3.pdf>> Acesso em: 25 de Out. de 2015.

BROWER, J. H. *et al.* Biological control. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. (eds.) *Integrated management of insects in stored products*. New York: M. Dekker. p. 223-286, 1996.

CARNEIRO, J. G. de A.; AGUIAR, I. B. de. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, p.333 – 350. 1993.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies Arbóreas Brasileiras*. 1. Brasília: Embrapa/Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CORADIN, L; SIMINSKI, A.; REIS, A. *Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro - Região Sul*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p.457-460, 2011.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analyses in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. v. 35, n.3, p. 271-276, 2013.

DUPCHAK, L. M.; LAZZARI, S. M. N.; LAZZARI, F. A. *et al.* Efeito de diferentes dosagens de pós inertes no controle de *Sitophilus* spp (Col.: Curculionidae) e *Rhizopertha dominica* (Col.: Bostrichidae) em sementes de milho armazenadas. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 21., Londrina, 1996. Resumos. Londrina: IAPAR, 1996. p.284

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiquum* (Vell.) Morong. - Leguminosae. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.15, n.2, p.177-181, 1993. Disponível em:<<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1993/v15n2/artigo06.pdf>> Acesso em: 23 de Out. de 2015.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? II. Effects of provenance, immaturity, and imbibition on desiccation tolerance in coffee. *Journal Experimental Botany*, Oxford, v. 42, n. 238, p. 653-657, 1990b.

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

GARCIA, J. *et al.* Eficiência de produtos alternativos no controle de *Zabrotes subfasciatus*, e seus efeitos sobre a qualidade das sementes de *Phaseolus vulgaris*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 30, n.2, p. 39-42, 2000. Disponível em: <<http://revistas.jatai.ufg.br/index.php/pat/article/view/2765/2769>> Acesso em: 21 de Out. de 2015.

HAREIN, P. K.; DAVIS, R. Control of stored-grain insects. In: SAUER, D.B. (ed.). *Storage of cereal grains and their products*. 4^oed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists. p. 491-534, 1992.

IANNACONE, J.; LAMAS, G. Efecto de dos extractos botánicos y uninsecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, v. 65, p. 92-101, 2002.

IBAMA. Portaria Nº 37-N, 3 de abril de 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033627.pdf> Acesso em: 31 de Mai. de 2015.

KORUNIC, Z. Review diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*, v.34, n.2/3, p.87-97, 1998.

LIMA, H. F *et al.* Avaliação de produtos alternativos no controle de pragas e na qualidade fisiológica de sementes de feijão macassar armazenadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 3, n. 1, p. 49-53, 1999. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v3n1/049.pdf>> Acesso em: 30 de Abr. de 2015.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. *Instituto Plantarum*, v. 1, 5. ed. Nova Odessa, SP. 2008.

LORINI, I. F. F. *et al.* Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. *Agroecol. E Desenv. Rur. Sustent.*, Porto Alegre, v. 2, n. 4, out./dez. 2001. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano2_n4/revista_agroecologia_ano2_num4_parte08_alternativa.pdf> Acesso: 31 de Mai. de 2015.

MARANGONI, C.; MOURA, N. F.; GARCIA, F. R. M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 6, n. 2, p. 95-112. 2012. Disponível em: <<http://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/870/766>> Acesso em: 06 de Nov. de 2015.

MARSARO JUNIOR, A. L. *et al.* Eficiência da terra de diatomácea no controle de *Sitophilus zeamais* em milho armazenado. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v.5, p.27-32, 2007.

MARSARO JUNIOR. A. L. *et al.* Eficiência da terra de diatomácea no controle de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em feijão-caupi armazenado. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 11, Supl. 2, p. S13-S18, 2013. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/profile/Paulo_Pereira29/publication/272999655_Efincincia_da_terra_de_diatomcea_no_controle_de_Callosobruchus_maculatus_\(Coleoptera_Chrysomelidae_Bruchinae\)_em_feijo-caupi_armazenado/links/54f47c940cf2f28c1361aea0.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Paulo_Pereira29/publication/272999655_Efincincia_da_terra_de_diatomcea_no_controle_de_Callosobruchus_maculatus_(Coleoptera_Chrysomelidae_Bruchinae)_em_feijo-caupi_armazenado/links/54f47c940cf2f28c1361aea0.pdf)> Acesso em: 24 de Out. de 2015.

MARTINS, E. *Contabilidade de custos*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 370 p, 2006.

MATOS, J. M. de M. Estudo das técnicas de superação da dormência das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong. *Heringeriana*, Brasília, v.4, n.1, p. 60-64, Jul/2010. Disponível em: <<http://portalinseer.ibict.br/index.php/heringeriana/article/view/57/60>> Acesso em: 22 de Out. de 2015.

MEDEIROS, A. C. S. *Armazenamento de sementes de espécies florestais nativas*. Colombo: Embrapa Florestas, 24p. 2001. (Documentos, 66). Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6031/Documentos_66.PDF?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 04 de Mar. de 2015

MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. *Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas*. Colombo: EMBRAPA, 2006. 13 p. (Circular técnica, 127). Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7553/circtec127.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 28 de mai. de 2015.

MEDEIROS, A. C.; ZANON, A. Armazenamento de sementes de sapuva (*Machaerium stipitatum*). *Boletim de Pesquisa Florestal*, Piracicaba, n. 40, p. 57-66, 2000. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/3017/1/medeiros.pdf>> Acesso em: 07 de Jun. de 2015.

MELO, P. R. B. de. *Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de ipê-verde (*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.)*. Tese (doutorado em agronomia) -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, São Paulo. 2009. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/105107/melo_prb_dr_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 06 de Mar. de 2015.

NASCIMENTO, W. M. O. do. *et al.* Qualidade sanitária e germinação de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. (Leguminosae- Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n.1, p.149-153. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n1/a21v28n1.pdf>> Acesso em: 27 de Mai. de 2015.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.): influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.19, n.2, p.172-179, 1997.

OLIVEIRA O. S. *Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas*. Curitiba: Ed. Da UFPR. 404p. 2012.

OLIVEIRA, A. M.; VENDRAMIM, J. D. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28(3): 549-555. 1999. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/aseb/v28n3/v28n3a26.pdf>> Acesso em: 06 de Nov. de 2015.

PARRELLA, N. N. L. D. *Armazenamento de sementes*. EPAMIG. Minas Gerais, 2011. Disponível em:<http://www.sifloresta.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10091/EPAMIG_Armazenamento-sementes.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 24 de Mai. de 2015.

PAULIQUEVIS, C. F.; CONTE, C. D. O.; FAVERO, S. Atividade insetistática do óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.8, n. 3, p. 39-45. 2013. Disponível em:< http://orgprints.org/26040/1/Pauliquevis_Atividade%20Insetist%20%C3%A1tica%20do%20%C3%B3leo.pdf> Acesso em: 06 de Nov. de 2015.

PEDOTTI-STRIQUER, L.; BERVIAN, C. I. B.; FAVERO, S. Ação repelente de plantas medicinais e aromáticas sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Ensaios e ciência*, v. 10, n. 1, p. 55 - 62, 2006. Disponível em:< <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26012756006>> Acesso em: 06 de Nov. de 2015.

PEDROSA, J. P.; CIRNE, L. L. M. R.; MAGALHÃES NETO, J. M. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.1, p. 121-123, 1999. Disponível em: < <http://www.agriambi.com.br/revista/v3n1/121.pdf> > Acesso em: 30 de Abr. de 2015.

PELLIZZARO, K. *et al.* Da dormência e influência do condicionamento osmótico em sementes de *Pterogyne nitens* Tul. (Fabaceae). *Revista Caatinga*, v.24, p.1-9, 2011. Disponível em: <<http://200.137.6.4/revistas/index.php/sistema/article/view/2273/4755>> Acesso em: 25 de Out. de 2015.

PIÑA RODRIGUES, F. C. M.; VIEIRA, J. D. Teste de germinação. In: PIÑA RODRIGUES, F. C. M. *Manual de Análise de Sementes Florestais*. Campinas: Fundação Cargill, 100 p.1988.

RABELO, L. M. *Técnicas alternativas para conservação de sementes florestais*. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília

RIBEIRO, P. L. *et al.* Avaliação da eficácia de pós inertes minerais no controle de *Sitophilus Zeamais* Mots. (Coleoptera:Curculionidae). *Revista da FZVA*. Uruguaiana, v.15, n.2, p.19-27. 2008. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/3183/3893>> Acesso em: 26 de Out. De 2015.

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

SAITO, M. L.; LUCCHINI, F. *Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente*. Jaguariúna: Embrapa, 46p. 1998.

SANTOS, M. R. A. *et al.* *Atividade inseticida do óleo essencial de Schinus terebinthifolius Raddi sobre Acanthoscelides obtectus Say e Zabrotes subfasciatus Boheman.* Porto velho, RO: Embrapa, 13 p. 2007. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 48). Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/69/68>> Acesso em: 24 de Out. de 2015.

SENA, C. M.; GARIGLIO, M. A. *Sementes Florestais: colheita, beneficiamento e armazenamento.* Natal: MMA, 28 p. 2008.

SILVA JUNIOR, M. C. da.; LIMA, R. M. C. *100 Árvores Urbanas-Brasília: guia de campo.* Brasília: Rede de Sementes do Cerrado. 2010.

SILVA, L. S. da. *Variabilidade genética em Pterogyne nitens Tul. (amendoim-do-campo) em condições de laboratório e de viveiro.* Dissertação (Mestrado em ciências florestais). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 74 p., 2009. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4498/1/2009_LeilianeSaraivadaSilva.pdf> Acesso em: 22 de Out. de 2015.

SOUZA, L.C. D. *et al.* *Composição química e nutrientes em sementes das espécies florestais pente de macaco, flor de paca, itaúba, jatobá e murici manso.* Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 478-483, May/June. 2012.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. *Manual de sementes: tecnologia da produção.* São Paulo: Agronômica Ceres, 224p. 1977.

VIEIRA, A.H. *et al.* *Técnicas de produção de sementes florestais.* Porto Velho: Embrapa, 4p. 2001 Disponível: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/19247/1/Cot_205.pdf> Acesso: 24 de Mai. de 2015.

WHITE, N. D. G.; LEESCH, J. G. Chemical control. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. (eds.) *Integrated management of insects in stored products.* p. 287-330 New York: M. Dekker, 1996.

Teste de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica aplicados para a avaliação do vigor de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.

Daniela Vasconcelos de Oliveira, Ildeu Soares Martins, Rosana de Carvalho Cristo Martins

Introdução

As sementes são, acima de tudo, um meio de sobrevivência de suas respectivas espécies. Dessa forma, é de grande importância a análise das sementes e de todos os processos que envolvem o poder germinativo.

Há ultimamente a procura por mudas de espécies, principalmente nativas, como por exemplo, com o destino à recuperação de áreas degradadas, reflorestamento, arborização urbana, sobretudo, a partir da década de 1980 (ABDO; PAULA, 2006); desse modo, é preciso que se tenham sementes e mudas de qualidade.

O teste de germinação é eficiente em, pelo menos, dois aspectos: fornece informações sobre o potencial de uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente e, além disso, é considerado como padronizado, com ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância, desde que sejam seguidas as instruções

estabelecidas em Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), tanto nacionais com internacionais (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999).

Embora os testes de germinação estejam inclusos nas Regras de Análise de Germinação, eles podem ser considerados incompletos, principalmente pela possível superestimava do potencial fisiológico das sementes, não envolvendo vários aspectos da relação semente e ambiente. Dessa forma, há a necessidade da inclusão de testes em programas de controle de qualidade que permitam, pelo menos, identificar diferenças no potencial de desempenho entre lotes com germinação ou viabilidade de semelhantes. (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999).

O estudo de testes de avaliação da qualidade de sementes passa, inicialmente, pela definição do próprio termo. Tecnicamente “qualidade”, refere-se às características relativas às propriedades genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias das sementes e dos lotes. (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A qualidade fisiológica da semente pode ser avaliada por meio de dois parâmetros fundamentais: viabilidade e vigor, os quais representam diferentes atributos da semente. A viabilidade procura determinar se a semente encontra-se viva ou morta. O vigor representa atributos de qualidade fisiológica, não revelados no teste de germinação, sendo determinado sob condições de estresse ou medindo o declínio de alguma função bioquímica ou fisiológica. (NAKAGAWA, 1999). Pode ser entendido como o nível de 2.

O teste de envelhecimento acelerado (EA) é um método indireto que simula condições de estresse nas sementes, gerando uma alta taxa de respiração e consumo das reservas e acelerando os processos metabólicos que levam a sua deterioração. (BORGHETTI; FERREIRA, 2004). Esse teste avalia o comportamento de sementes submetidas

à temperatura e à umidade relativas elevadas e foi desenvolvido por Delouche (1965).

Delouche (1965) baseou-se em informações de Crocker e Graves, em 1915, segundo as quais a morte das sementes durante o armazenamento era causada pela coagulação de proteínas e que o aquecimento acelerava o processo. Estes pesquisadores também sugeriram que testes de germinação, conduzidos após a exposição relativamente rápida de sementes a temperaturas elevadas (50 a 100°C), poderiam ser úteis para obter informações mais rápidas sobre a longevidade das sementes (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999).

Também levou em consideração a pesquisa conduzida por Helmer *et al.*, (1962), que estudaram a germinação de sementes de trevo previamente expostas à temperatura e à umidade relativa elevadas. Os autores verificaram alta relação da resposta a essas condições com o vigor e a emergência das plântulas em campo, sugerindo que o “envelhecimento rápido ou acelerado” (EA) poderia ser muito útil para avaliar o potencial de armazenamento das sementes.

Essa sugestão foi aceita e divulgada por diversos pesquisadores e o teste de envelhecimento passou a ser incluído em inúmeros projetos de pesquisas e seus resultados rapidamente difundidos pelos tecnologistas de sementes (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999). A metodologia, descrita com maiores detalhes por Delouche e Baskin (1973), passou a ser estudada com maior profundidade, resultando daí importantes contribuições dirigidas à padronização do teste de EA (BASKIN, 1977; MCDONALD; PHANEENDRANATH, 1978; TAO, 1979; BASKIN, 1981; TEKRONY, 1985; TOMES *et al.*, 1988).

No Brasil, conforme levantamentos bibliográficos efetuados por Wetzell (1972) e Menezes *et al.*, (1980), a introdução e o uso do teste de envelhecimento acelerado ocorreram em época muito próxima à

verificação nos EUA. O primeiro estudo específico sobre o assunto foi publicado por Toledo (1966), que considerou o *rapid aging* um método promissor para a avaliação do vigor em sementes de algodão.

Em seguida, Abrahão e Toledo (1969) apresentaram conclusão semelhante para sementes de feijão, o que determinou a utilização desse teste em uma tese de doutoramento, conduzida por Abrahão (1971), envolvendo estudos de efeitos de injúrias mecânicas em sementes de feijão. Posteriormente, surgiram os primeiros estudos mais aprofundados e específicos sobre o teste, realizados por Wetzel (1972), Caldo (1973) e Krzyzanowski (1974).

O teste é utilizado para avaliar o vigor de sementes de diversas espécies e incluído em programas de qualidade conduzidos por empresas produtoras de sementes, pois em poucos dias, pode-se obter informações relativamente seguras sobre o potencial de armazenamento dos lotes processados (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999).

O objetivo deste capítulo é apresentar a avaliação da qualidade de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. por meio do teste de envelhecimento acelerado (EA) e atestá-la através do teste de condutividade elétrica (CE).

Materiais e métodos

Local de coleta

As sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. foram obtidas de matrizes localizadas em área de Cerrado na Fazenda Água Limpa – UnB, cujas referências geográficas se encontram na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Localização das matrizes de *Dalbergia miscolobium* Benth.

Matrizes	Coordenadas
1	S15°57'58,0" W47°55'11,1"
2	S15°54'27,1" W47°56'44,8"
3	S15°57'58,2" W47°55'10,3"
4	S15°57'57,9" W47°55'05,4"
5	S15°57'58,2" W47°55'08,0"
6	S15°57'57,4" W47°55'04,6"
7	S15°57'56,3" W47°55'00,2"
8	S15°57'58,9" W47°55'17,7"
9	S15°58'00,0" W47°55'20,0"
10	S15°58'00,4" W47°55'21,0"

Fonte: Oliveira (2013).

Beneficiamento de sementes

A extração das sementes foi realizada manualmente por meio da retirada da semente do fruto. Foram beneficiadas, logo após a coleta, para a implantação do estudo. Foi realizada a assepsia das sementes, desinfetando-as com hipoclorito de sódio (NaClO 50%) durante o período de cinco minutos (figura 1), lavadas em água corrente e colocadas para secar.

Figura 1: Assepsia das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. com hipoclorito de sódio (2% de cloro ativo)



Fonte: Oliveira (2013).

Teste de envelhecimento acelerado

Após o processo de desinfecção, as sementes das duas espécies em estudo foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. Os fatores avaliados foram: tempo de exposição das sementes ao teste de envelhecimento acelerado (EA), solução e temperatura.

Foram adotados seis tempos de exposição das sementes ao teste de EA: 1,6,14,24,48 e 72 horas. Três soluções distintas: salina (NaCl 40 g/100 mL), somente água destilada e ácido giberélico (GA3 1%). As temperaturas adotadas foram 40 e 50 °C.

Para cada fator avaliado, foram adotadas sete repetições de 15 sementes cada, totalizando 105 sementes. Combinação fatorial adotada (6x3x2x7x15) sendo utilizadas 3.780 sementes para cada espécie em estudo.

As sementes foram submetidas ao teste EA, acondicionadas em caixas tipo gerbox. As sementes foram colocadas sobre telas de inox dentro dos gerbox, de forma que não entrassem em contato com as

soluções (figura 2). Em cada gerbox, foi colocado 100 mL de solução. Esses gerbox foram, então, colocados na câmara de germinação calibrada para as temperaturas em estudo.

Figura 2: Teste de Envelhecimento acelerado em sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. pelo método gerbox



Fonte: Oliveira (2013).

Teste de condutividade elétrica

Após o teste de envelhecimento acelerado, as sementes foram submetidas ao teste de condutividade elétrica (CE). Cada semente foi colocada em um copo descartável de 50 mL com água destilada, representando uma célula amostral. Cada célula foi colocada sobre bandejas e depositada em câmara de germinação calibrada em 25 °C, durante 30 minutos.

Ao término do tempo de embebição, foi realizada a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição por meio do Condutivímetro de Bancada, marca Quimis, modelo: Q405M. Os valores da leitura foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de semente (VIEIRA, 1994).

Teste de germinação

Após a realização dos testes, as sementes foram submetidas ao teste de germinação. Que consistiu em colocar as sementes em papel filtro do tipo germitest, umedecidas com água destilada e acondicionadas em câmara de germinação de temperatura constante em 25 °C.

Adotou-se o critério botânico (POPINIGIS, 1977; BRASIL, 1992; FERREIRA; BORGHETTI, 2004) para verificação da germinação, em que as sementes que emitiram pelo menos dois milímetros de radícula foram consideradas germinadas de *Dalbergia miscolobium*.

Análise estatística dos dados

Teste de envelhecimento

O delineamento estatístico utilizado foi o fatorial, com três fatores: solução, temperatura e tempo de exposição, sendo duas temperaturas (40 e 50 °C), três tipos de solução (com sal, sem sal e com ácido giberélico) e seis tempos de envelhecimento (1h, 6h, 14h, 24h, 48h e 72h). Esses 36 tratamentos (combinações entre os fatores) foram replicados sete vezes e as 252 unidades experimentais foram dispostas no delineamento inteiramente ao acaso.

Foi efetuada uma análise de variância ($\alpha = 1\%$), para verificar os efeitos das interações com relação à condutividade elétrica e à germinação. Com base nas significâncias ou não das diversas interações, foram realizados vários desdobramentos.

O efeito de tempo foi estudado pela regressão polinomial e os efeitos de solução e temperatura, estas últimas por se tratar

de apenas dois níveis, estudados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Teste de Envelhecimento Acelerado

Os fatores avaliados no teste de envelhecimento acelerado foram o tempo de exposição das sementes ao teste de EA, solução e temperatura (figura 3).

Figura 3: Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Dalbergia miscolobium*



Fonte: Oliveira (2013).

Na figura 4 encontram-se sementes germinadas pelo critério botânico de *Dalbergia miscolobium*, após serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado.

Figura 4: Germinação de sementes de *Dalbergia miscolobium*



Fonte: Oliveira (2013).

Observa-se que, para a espécie *Dalbergia miscolobium*, o total de sementes mortas durante as duas temperaturas avaliadas (40 e 50 °C) na solução salina foi diretamente proporcional ao aumento do tempo de exposição das sementes ao teste de EA (tabela 2).

No teste de envelhecimento acelerado, as sementes são expostas a temperaturas e à umidade relativa elevadas, sendo esses dois fatores mais relacionados à deterioração de sementes. (MARCOS FILHO, 1994).

Na temperatura de 40 °C, sem NaCl, a mortalidade das sementes foi inferior ao método com solução salina, com mortalidade de sementes proporcional ao tempo de exposição das sementes ao teste de EA; enquanto que, na temperatura de 50 °C, houve maior taxa de mortalidade de sementes (tabela 6.1).

Na solução com ácido giberélico (com GA3 1%), na temperatura de 50 °C a partir do tempo de exposição ao teste de EA tempo 4 (24h) não houve nenhuma semente germinada (tabela 2).

Bhering *et al.* (2003), trabalhando com sementes de melancia, observaram que o período de exposição teve efeito mais pronunciado

na eficiência do teste para avaliação do vigor das sementes do que a temperatura.

Segundo Freitas e Nascimento (2003), o estresse provocado pelo período de envelhecimento por 72 horas no método tradicional foi altamente drástico às sementes de lentilha, levando-as à última consequência do processo deteriorativo, a perda total da capacidade germinativa.

Ramos *et al.* (2004) constataram que o estresse provocado pelo teste de envelhecimento acelerado tradicional a 45 °C por 48 horas foi suficiente para ocasionar a morte de sementes de rúcula. Esse efeito provavelmente se deve ao alto teor de água atingido pelas sementes após o envelhecimento com o uso dessa temperatura.

Tabela 2: Teste de germinação de sementes de *Dalbergia miscolobium* submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, em porcentagem (%)

Solução	Temperatura	Tempo de EA	SG	SM
Com NaCl (40 g/100mL)	40 °C	1	60	40
		6	49	51
		14	47	53
		24	25	75
		48	19	81
		72	37	63
	50 °C	1	51	49
		6	42	58
		14	44	56
		24	14	86
		48	16	84
		72	15	85

Teste de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica aplicados para a avaliação do vigor de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.

H ₂ O	40 °C	1	70	30
		6	72	28
		14	56	44
		24	70	30
		48	62	38
		72	23	77
	50 °C	1	34	66
		6	37	63
		14	22	78
		24	0	100
		48	5	95
		72	0	100
Com GA3 1%	40 °C	1	60	40
		6	44	56
		14	42	58
		24	40	60
		48	36	64
		72	3	97
	50 °C	1	48	52
		6	44	56
		14	6	94
		24	0	100
		48	0	100
		72	0	100
Total	3.780 sementes			

T.S.: Total de sementes; S.G.: Sementes Germinadas; S.M.: Sementes Mortas.

Fonte: Oliveira (2013).

A análise de variância, aplicada para a germinação das sementes de *Dalbergia miscolobium*, após o teste de envelhecimento acelerado consta na tabela 3.

Tabela 3: Análise de variância da germinação das sementes de *Dalbergia miscolobium*, após o teste de envelhecimento acelerado, considerando os fatores temperatura, solução e tempo

Fontes de variação	GL	Quadrado médio	F
Temperatura	1	8,4888	250,06
Solução	2	2,7773	81,81
Tempo	5	1,6034	47,23
Tempa x sol	2	1,4310	42,16
Tempa x tempo	5	0,6580	19,38
Sol x tempo	10	0,2719	8,01
Tempa x sol x tempo	10	0,3643	10,73*
Resíduo	216	0,0339	
Média geral	0,97		
Coefficiente de variação	18,9		

*significativo ao nível de 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

O coeficiente de variação de magnitude 18,9% indica um razoável controle experimental, quando comparados com outros trabalhos semelhantes em que o coeficiente de variação para a germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* corresponde a 24,09% (SANTOS; PAULA, 2007).

Verificou-se que a interação dos fatores temperatura (40 °C e 50 °C), solução (com NaCl, H₂O e GA3) e tempo (1, 6, 14, 24, 48 e 72 horas) é significativa ao nível de 1% de significância (tabela 3). Tornou-se necessário, então, realizar desdobramentos para avaliar todas as interações.

Efetou-se a análise de variância para o efeito de solução e tempo na temperatura 1 (40 °C), tendo sido observado um coeficiente de variação de 17,92%, indicando um bom controle experimental. E como a interação solução x tempo foi significativa, foi necessário novo desdobramento (tabela 4).

Tabela 4: Análise de variância considerando os fatores solução e tempo na temperatura 1 (40°C)

Fontes de variação	GL	Quadrado médio	F
Solução	2	0,2728	6,328
Tempo	5	0,3862	8,959
Sol x tempo	10	0,0855	1,984*
Resíduo	108	0,0431	
Coeficiente de variação	17,92		

*significativo ao nível de 5%.

Fonte: Oliveira (2013).

O estudo do efeito de tempo para os fatores temperatura 1 (40 °C) e soluções 1, 2 e 3 com seus respectivos modelos adotados, encontra-se na tabela 5.

Tabela 5: Estudo do efeito de tempo para os fatores temperatura 1 (40 °C) e soluções 1, 2 e 3 com seus respectivos modelos adotados

Solução	Fontes de variação	Grau de liberdade		Quadrado médio	F	Equação
1	Tempo		5	0,0922	1,753	
	Linear	R2= .89	1	0,4119	7.831*	GERT = 1,4008 - 0,058*Tempo
	Quadr.	R2= .92	1	0,0135	ns	
	Cúbico	R2= .93	1	0,0045	ns	
	Resíduo		36	0,0526		
	Coefficiente de variação 19,149					
2	Tempo		5	0,1645	5,054	
	Linear	R2= .42	1	0,3457	10,619	GERT =10,6287
	Quadr.	R2= .83	1	0,3367	10,341*	+0,1981* Tempo
	Cúbico	R2= .84	1	0,0092	ns	-0,0359* tempo ²
	Resíduo		36	0,03256		
	Coefficiente de variação 14,890					
3	Tempo		5	0,3005	6,806	
	Linear	R2= .65	1	0,9754	22,090	GERT = 0,5284 +
	Quadr.	R2= .67	1	0,0321	0,728	0,9271* Tempo -
	Cúbico	R2= .94	1	0,3976	9,005*	0,322* tempo ² +
	Resíduo		3	0,0441		0,0296 * Tempo ³
	Coefficiente de variação 14,890					

ns - não significativo.

Fonte: Oliveira (2013).

Como é possível observar na tabela 5, na solução 1 (com NaCl), o modelo que melhor representa o efeito de tempo na temperatura 1 (40 °C) foi o Linear com $R^2 = 0,89$, com coeficiente de variação 19,149%; na solução 2 (H₂O), o melhor modelo foi o Quadrático, com coeficiente de variação 14,890%; e na solução 3 (Com GA3), foi o Cúbico, com coeficiente de variação 19,715%.

A análise de variância para o efeito de tempo e solução na temperatura 2 (50 °C) é apresentada na tabela 6.

Tabela 6: Análise de variância considerando os fatores solução e tempo na temperatura 2 (50 °C)

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
Solução	5	1,8753	75,664
Tempo	2	3,9355	158,794
Tempo x sol	10	0,5507	22,219*
Resíduo	108	0,0248	
Coeficiente de variação	19,891		

*significativo ao nível de 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

Como é possível observar na tabela 6, o coeficiente de variação foi 19,891%, indicando ainda bom controle experimental. A interação tempo x solução foi significativa ao nível de 1% de significância, sendo necessário novo desdobramento.

Na tabela 7 tem-se o estudo do efeito de tempo para os fatores temperatura 2 (50 °C) e soluções 1, 2 e 3 com seus respectivos modelos adequados para explicar o comportamento da germinação das sementes de *Dalbergia miscolobium*.

Tabela 7: Estudo do efeito de tempo para os fatores temperatura 2 (50 °C) e soluções 1, 2 e 3 com seus respectivos modelos adotados

Solução	Fon-tes de variação	Grau de liber-dade		Qua-drado médio	F	Equação
1	Tempo		5	0,04707	1,847	
	Linear	R2=0,02	1	0,00577	0,227	-
	Quadr.	R2= .33	1	0,07122	2,794	
	Cúbico	R2= .33	1	0,00001	0,001	
	Resíduo		36	0,0255		
Coefficiente de variação 14,104						
2	Tempo		5	1,1328	48,420	
	Linear	R2=0,74	1	4,2002	179,535*	GERT = 1,3513 -
	Quadr.	R2=0,74	1	0,0095	ns	0,1852* Tempo
	Cúbico	R2= 0,76	1	5,073	ns	
	Resíduo		36	0,0234		
Coefficiente de variação 21,750						
3	Tempo		5	1,7967	70,554	GERT = 3,212 -
	Linear	R2=0,36	1	3,2105	126,070	2,5535 *Tempo +
	Quadr.	R2= .44	1	0,7735	30,373	0,7204 * Tempo ² -
	Cúbico	R2=0,65	1	0,3976	71,652*	0,0634 *Tempo ³
	Resíduo		36	0,0255		
Coefficiente de variação 29,600						

Legenda: ns - não significativo, FV; fonte de variação; GL: grau de liberdade; Cv: coeficiente de variação.

Fonte: Oliveira (2013).

Verifica-se na tabela 7 que para o efeito de tempo na temperatura 2 (50 °C) e solução 1, não se obteve um modelo que explicasse o efeito

de tempo, ou seja, não existe efeito significativo de tempo no processo de germinação. Na solução 2 (H₂O), o modelo que melhor representa o efeito de tempo na referida temperatura é o Linear com coeficiente de variação 21,750%. Na solução 3 (com GA3), o melhor modelo foi o Cúbico com coeficiente de variação 29,600%.

A deterioração das sementes ocorre pela sua exposição a fatores, como a elevada temperatura e umidade relativa do ar, os quais, de acordo com Marcos Filho (1990), são considerados os de maior influência na intensidade e velocidade de deterioração. As sementes consideradas mais vigorosas são as que deterioram mais lentamente, após serem submetidas ao envelhecimento acelerado, visto que toleram o estresse e suportam as condições adversas de armazenamento e de campo.

Pivetta *et al.* (2001), estudando o comportamento de sementes de *Poencilanthe parviflora*, observaram que a espécie precisa de períodos maiores que 120 horas para separar os lotes de acordo com o vigor. Em estudos com *Anadenanthera colubria*, Nogueira *et al.* (2001) observaram que o tempo de 48 horas foi suficiente para separar os lotes de melhor qualidade, demonstrando que essas sementes não suportam períodos maiores de exposição.

Teste de Condutividade Elétrica

O teste de condutividade elétrica (CE) foi realizado pelo método de célula individual. A aferição da condutividade elétrica na solução de embebição foi realizada após 30 minutos em câmara de germinação, temperatura a 25 °C.

Foi realizada a análise de variância para as sementes de *Dalbergia miscolobium* e observou-se que a interação dos fatores temperatura (40 °C e 50 °C), solução (com NaCl, H₂O e GA3) e tempos de

envelhecimento (1, 6, 14, 24, 48 e 72 horas) foi significativa (tabela 8), fazendo-se necessária a realização de desdobramentos.

Tabela 8: Análise de variância da germinação considerando os fatores temperatura, solução e tempo, bem como suas interações

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
Temperatura	1	791,7725	4,19
Solução	2	186,7100	186,71
Tempo	5	27,6200	27,62
Tempa x sol	2	124,7100	124,71
Tempa x tempo	5	4772,308	25,26
Sol x tempo	10	7075,292	37,44
Tempa x sol x tempo	10	2864,114	37,44
Resíduo	3744	188,9574	
Média geral	16,581		

*significativo ao nível de 1%; GL: grau de liberdade.

Fonte: Oliveira (2013).

Assim sendo, na tabela 9, efetuou-se a análise de variância considerando os fatores tempo e solução na temperatura 1 (40 °C).

Tabela 9: Análise de variância considerando os fatores tempo e solução na temperatura 1 (40 °C)

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
Solução	5	471,7730	2,021
Tempo	2	54901,28	235,166
Tempo x sol	10	3808,093	16,312*
Resíduo	1082	233,4572	

*significativo ao nível de 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

Dada que a interação solução e tempo foi significativa (tabela 9), apresenta-se a seguir o estudo do efeito de tempo para os fatores temperatura 1 (40 °C) e soluções 1, 2 e 3 com seus respectivos modelos mais adequados (tabela 10).

Tabela 10: Estudo do efeito de tempo para os fatores temperatura 1 (40 °C) e soluções 1, 2 e 3 com seus respectivos modelos adotados

Solução	Fontes de variação	Grau de liberdade		Quadrado médio	F	Equação
1	Tempo		5	4455,777	8,604	
	Linear	R2= .11	1	2447,073	4,725	-
	Quadr.	R2= .12	1	215,9158	0,417	
	Cúbico	R2= .31	1	4149,650	0,8,013	
	Resíduo		624	517,8784		
2	Tempo		5	1188,868	17,795	
	Linear	R2= .05	1	279,7733	4,188	
	Quadr.	R2= .32	1	1594,388	23,865	-
	Cúbico	R2= .38	1	361,5341	5,411	
	Resíduo		624	41689,14	66,8095	
3	Tempo		5	2443,343	21,121	CE = - 17,6819+
	Linear	R2= .22	1	2703,916	23,373	36,1484*Tempo
	Quadr.	R2= .23	1	111,5659	0,964	- 11,7968* tempo ²
	Cúbico	R2= .97	1	8994,142	77,747	+ 1,1398*Tempo ³
	Resíduo		624	72187,55	115,6852	

Fonte: Oliveira (2013).

Na solução 1 (com NaCl) quase não há variação, dessa forma, não se conseguiu um modelo que representasse o efeito de condutividade elétrica. Na solução 2 (H₂O), também não se conseguiu um modelo que representasse o efeito de condutividade elétrica. Na solução 3 (com

GA3), o modelo que melhor representa o efeito de CE na temperatura 1 (40 °C) foi o Cúbico com $R^2 = 0,97$ (tabela 10).

Na tabela 11 tem-se o estudo do efeito de tempo para os fatores temperatura 2 (50 °C) e soluções 1, 2 e 3 com seus respectivos modelos adotados.

Tabela 11: Estudo do efeito de tempo para os fatores temperatura 2 (50 °C) e soluções 1, 2 e 3 com seus respectivos modelos adotados

Solução	Fon-tes de variação	Grau de liberdade		Qua-drado médio	F	Equação
1	Tempo		5	1844,432	8,494	
	Linear	$R^2=0,39$	1	3560,990	16,398	$CE = 42,3617 -$
	Quadr.	$R^2=0,45$	1	596,6397	2,748	$25,6988 * \text{Tempo}$
	Cubico	$R^2=0,80$	1	3215,732	14,809*	$+7,5384 * \text{tempo}^2$
	Resíduo		624	217,1534	-0,6809	$* \text{Tempo}^3$
2	Tempo		5	5883,661	81,474	
	Linear	$R^2=0,60$	1	17666,07	244,630	$CE = 31,2914 -$
	Quadr.	$R^2=0,65$	1	1381,760	19,134	$30,2734 * \text{Tempo}$
	Cúbico	$R^2=0,85$	1	5894,586	81,625*	$+ 10,2740 * \text{tempo}^2$
	Resíduo		624	72,21561	66,8095	$* \text{Tempo}^3$
3	Tempo		5	14054,28	97,598	
	Linear	$R^2=0,69$	1	48702,86	338,210	$CE = 17,5111 -$
	Quadr.	$R^2=0,88$	1	13386,58	92,961*	$7,7851 * \text{Tempo}$
	Cúbico	$R^2=0,89$	1	122,2371	0,849	$+ 1,8476 * \text{tempo}^2$
	Resíduo		624	144,0018		

Sol: solução; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.

Fonte: Oliveira (2013).

Para o efeito de tempo na temperatura 2 (50 °C) e solução 1, o modelo que melhor representa o efeito de tempo é o Cúbico com $R^2= 0,80$. Na solução 2 (H_2O), o modelo que melhor representa foi novamente o Cúbico com $R^2= 0,85$; enquanto na solução 3 (Com GA3), o modelo foi o Quadrático com $R^2= 0,88$ (tabela 11).

Pela análise de variância para efeito de solução na temperatura 1 (40 °C) e tempos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, em todos os tempos, exceto tempo 6, verificou-se que há efeito significativo de solução (tabela 12).

Tabela 12: Análise de variância para efeito de solução na temperatura 1 (40°C) e tempos 1, 2, 3, 4, 5 e 6

Tempo	Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
1	Solução	2	14386,93	124,580*
	Resíduo	312	115,4835	
2	Solução	2	18592,03	67,919*
	Resíduo	312	273,7375	
3	Solução	2	3978,851	24,515*
	Resíduo	312	162,3058	
4	Solução	2	6327,085	40,991*
	Resíduo	312	154,3531	
5	Solução	2	29520,57	67,707*
	Resíduo	312	436,0053	
6	Solução	2	1135,660	4,387
	Resíduo	312	258,8607	

*significativo ao nível de 1%

Fonte: Oliveira (2013).

O teste de médias de Tukey, a 1% de significância, nos tempos 1, 2, 3, 4 e 5, apontou a solução 1 (com NaCl) como sendo a que pior

explica a condutividade elétrica; e também que no tempo 6 não há diferença significativa entre as soluções (tabela 13).

Tabela 13: Teste de Tukey: 1% para estudo do efeito de solução na temperatura 1 (40 °C) para os tempos 1, 2, 3, 4, 5 e 6

Tempo	Solução	Dados	Médias	Comparações
1	1	105	29,8857	A
	2	105	11,4667	B
	3	105	8,1619	B
2	1	105	32,3905	A
	3	105	15,3714	B
	2	105	6,1619	C
3	1	105	23,5810	A
	3	105	16,3714	B
	2	105	11,3333	B
4	1	105	23,7810	A
	3	105	11,5714	B
	2	105	9,3714	B
5	1	105	36,6857	A
	3	105	9,6000	B
	2	105	6,0190	B
6	3	105	21,0762	A
	1	105	19,1905	A
	2	105	14,6762	A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

Segundo a análise de variância para efeito de solução na temperatura 2 (50 °C) e tempos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, em todos os tempos, há efeito significativo de solução (tabela 14).

Tabela 14: Análise de variância para efeito de solução na temperatura 2 (50 °C) e tempos 1, 2, 3, 4, 5 e 6

Tempo	Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
1	Solução	2	5431,237	44,781*
	Resíduo	312	121,2842	
2	Solução	2	3761,946	43,438*
	Resíduo	312	86,6041	
3	Solução	2	1577,091	15,773*
	Resíduo	312	99,98689	
4	Solução	2	1347,152	11,283*
	Resíduo	312	119,3922	
5	Solução	2	1489,862	8,032*
	Resíduo	312	185,4802	
6	Solução	2	0993,69	82,654*
	Resíduo	312	253,9942	

*significativo ao nível de 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

Segundo o Teste de Tukey, a 1% de significância, nos tempos 1 e 2, a solução que pior explica a condutividade elétrica é a solução 1 (com NaCl); no tempo 3, as soluções 1 e 3 são também as piores; nos tempos 4 e 6, a solução 3 pior explica o efeito da CE; e no tempo 5, a solução 2 é a pior em relação às soluções 3 e 1 (tabela 15).

Tabela 15: Comparações pelo Teste de Tukey: 1% para estudo do efeito de solução na temperatura 2 (50 °C) para os tempos 1, 2, 3, 4, 5 e 6

Tempo	Solução	Dados	Médias	Comparações
1	1	105	22,8381	A
	3	105	12,2667	B
	2	105	9,1048	B
2	1	105	18,1714	A
	2	105	8,5238	B
	3	105	7,2095	B
3	1	105	11,6571	A
	3	105	10,9048	A
	2	105	4,6000	B
4	3	105	21,3810	A
	2	105	17,6571	AB
	1	105	14,2190	B
5	2	105	24,6190	A
	3	105	18,5429	B
	1	105	17,7238	B
6	3	105	39,4095	A
	2	105	19,2286	B
	1	105	19,2286	C

Fonte: Oliveira (2013).

Em relação ao estudo do efeito de temperatura no tempo 1, nas soluções 1, 2 e 3, observou-se que há efeito significativo de temperatura em todas as soluções (tabela 16).

Tabela 16: Análise de variância para efeito de temperatura no tempo 1, soluções 1, 2 e 3

Tempo	Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
1	Temperatura	2	5431,237	44,781*
	Resíduo	312	121,2842	
2	Temperatura	2	3761,946	43,438*
	Resíduo	312	86,6041	
3	Temperatura	2	1577,091	15,773*
	Resíduo	312	99,98689	

*significativo ao nível de 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

Dessa forma, de acordo com o Teste de Tukey, 1% de significância, na solução 1 (com NaCl) e solução 2 (sem NaCl), a temperatura 1 é inferior em relação à temperatura 2; na solução 3 (Com GA3), a temperatura 2 é inferior em relação à temperatura 1 (tabela 17).

Tabela 17: Comparações pelo Teste de Tukey, 1% para estudo do efeito de temperatura no tempo 1 para as soluções 1, 2 e 3

Solução	Temperatura	Dados	Médias	Comparações
1	1	105	29,8857	A
	2	105	22,8381	B
2	1	105	11,4667	A
	2	105	9,1048	B
3	2	105	12,2667	A
	1	105	8,1619	B

Fonte: Oliveira (2013).

O estudo do efeito de temperatura no tempo 2, nas soluções 1, 2 e 3, permite verificar que há efeito significativo de temperatura em todas as soluções (tabela 18).

Tabela 18: Análise de variância para efeito de temperatura no tempo 2 soluções 1, 2 e 3

Solução	Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
1	Temperatura	1	10614,56	22,039*
	Resíduo	208	481,6339	
2	Temperatura	1	292,8749	13,167*
	Resíduo	208	22,2425	
3	Temperatura	1	3497,369	95,467*
	Resíduo	208	36,6342	

*significativo ao nível de 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

Dessa forma, de acordo com o Teste de Tukey 1% de significância, na solução 1 (com NaCl), a temperatura 1 é inferior à temperatura 2; na solução 2 (sem NaCl), a temperatura 2 é inferior em relação à temperatura 1; na solução 3 (Com GA3), a temperatura 1 é inferior em relação à temperatura 2 (tabela 19).

Tabela 19: Comparações pelo teste de Tukey, 1% para estudo do efeito de temperatura no tempo 2 para as soluções 1, 2 e 3

Solução	Temperatura	Dados	Médias	Comparações
1	1	105	32,3905	A
	2	105	18,1714	B
2	1	105	8,5238	A
	2	105	6,1619	B
3	2	105	15,3714	A
	1	105	7,2095	B

Fonte: Oliveira (2013).

O estudo do efeito de temperatura no tempo 3, nas soluções 1, 2 e 3, é significativo em todas as soluções (tabela 20).

Tabela 20: Análise de variância para efeito de temperatura no tempo 3 soluções 1, 2 e 3

Solução	Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
1	Temperatura	1	7464,271	28,535*
	Resíduo	208	261,5830	
2	Temperatura	1	2380,237	91,134*
	Resíduo	208	26,11797	
3	Temperatura	1	1568,938	14,838*
	Resíduo	208	105,7383	

*significativo ao nível de 1%.

Dessa forma, de acordo com o teste de Tukey; 1% de significância, na solução 1 (com NaCl), na solução 2 (sem NaCl) e na solução 3 (Com GA3), a temperatura 1 é inferior em relação à temperatura 2 (tabela 21).

Tabela 21: Comparações pelo teste de Tukey: 1% para estudo do efeito de temperatura no tempo 3 soluções 1, 2 e 3

Solução	Temperatura	Dados	Médias	Comparações
1	1	105	23,5810	A
	2	105	11,6571	B
2	1	105	11,3333	A
	2	105	4,6000	B
3	1	105	16,3714	A
	2	105	10,9048	B

Fonte: Oliveira (2013).

Em relação ao estudo do efeito de temperatura no tempo 4, nas soluções 1, 2 e 3, observou-se que há efeito significativo de temperatura em todas as soluções (tabela 22).

Tabela 22: Análise de variância para efeito de temperatura no tempo 4, soluções 1, 2 e 3

Solução	Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
1	Temperatura	1	1968,808	7,368*
	Resíduo	208	267,2002	
2	Temperatura	1	1233,727	22,087*
	Resíduo	208	55,85802	
3	Temperatura	1	5051,902	57,696*
	Resíduo	208	87,5599	

*significativo ao nível de 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

Dessa forma, de acordo com comparações pelo teste de Tukey 1% de significância, na solução 1 (com NaCl), a temperatura 1 é inferior em relação à temperatura 2; na solução 2 (sem NaCl) e na solução 3 (Com GA3), a temperatura 2 é inferior à temperatura 1 (tabela 23).

Tabela 23: Teste de Tukey, 1%, para estudo do efeito de temperatura no tempo 4, soluções 1, 2 e 3

Solução	Temperatura	Dados	Médias	Comparações
1	1	105	23,7810	A
	2	105	17,6571	B
2	2	105	14,2190	A
	1	105	9,3714	B
3	2	105	21,3810	A
	1	105	11,5714	B

Fonte: Oliveira (2013).

Em relação ao estudo do efeito de temperatura no tempo 5, nas soluções 1, 2 e 3, observou-se que há efeito significativo de temperatura em todas as soluções (tabela 24).

Tabela 24: Análise de variância para efeito de temperatura no tempo 5, soluções 1, 2 e 3

Solução	Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
1	Temperatura	1	18876,47	25,211*
	Resíduo	208	748,7386	
2	Temperatura	1	18162,82	159,210*
	Resíduo	208	114,0807	
3	Temperatura	1	4198,686	60,491*
	Resíduo	208	69,4098	

*significativo ao nível de 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

Dessa forma, de acordo com Teste de Tukey, 1% de significância, na solução 1 (com NaCl), a temperatura 1 é inferior em relação à temperatura 2; na solução 2 (sem NaCl) e solução 3 (Com GA3), a temperatura 2 é inferior à temperatura 1 (tabela 25).

Tabela 25: Comparações pelo Teste de Tukey: 1% para estudo do efeito de temperatura no tempo 5, soluções 1, 2 e 3

Solução	Temperatura	Dados	Médias	Comparações
1	1	105	36,6857	A
	2	105	17,7238	B
2	2	105	24,6190	A
	1	105	6,0190	B
3	2	105	18,5429	A
	1	105	9,6000	B

Fonte: Oliveira (2013).

Em relação ao estudo do efeito de temperatura no tempo 6, nas soluções 1, 2 e 3, observou-se que há efeito significativo de temperatura em todas as soluções (tabela 26).

Tabela 26: Análise de variância para efeito de temperatura no tempo 6, soluções 1, 2 e 3

Solução	Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F
1	Temperatura	1	2593,553	14,287*
	Resíduo	208	181,5309	
2	Temperatura	1	1088,017	6,639*
	Resíduo	208	163,8822	
3	Temperatura	1	17645,90	41,631*
	Resíduo	208	423,8689	

*significativo ao nível de 1%.

Fonte: Oliveira (2013).

Dessa forma, de acordo com comparações pelo Teste de Tukey 1% de significância, na solução 1 (com NaCl), a temperatura 1 é inferior em relação à temperatura 2; na solução 2 (sem NaCl) e solução 3 (Com GA3), a temperatura 2 é inferior à temperatura 1 (tabela 27).

Tabela 27: Comparações pelo Teste de Tukey: 1% para estudo do efeito de temperatura no tempo 6, soluções 1, 2 e 3

Solução	Temperatura	Dados	Médias	Comparações
1	1	105	19,1905	A
	2	105	12,1619	B
2	2	105	19,2286	A
	1	105	14,6762	B
3	2	105	39,4095	A
	1	105	21,0762	B

Fonte: Oliveira (2013).

A avaliação do vigor permite detecção de diferenças na qualidade fisiológica de lotes que apresentam poder germinativo semelhante e que podem exibir comportamentos distintos, em condição de campo ou durante o armazenamento. Essas diferenças podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímico-fisiológicos associados à deterioração, normalmente, ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa. (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Por esse motivo, a pesquisa tem atuado de forma permanente no sentido de desenvolver métodos que permitam a avaliação do potencial fisiológico das sementes, considerado atualmente como sinônimo de vigor. (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999). Dentre os testes utilizados para a avaliação do vigor, têm-se os testes de envelhecimento acelerado e o de condutividade elétrica.

O teste de envelhecimento acelerado é um dos mais estudados e recomendados para várias espécies cultivadas. Esse teste tem como princípio o aumento considerável da taxa de deterioração das sementes por meio de sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. (MARCOS FILHO, 1999). Juntamente, o teste de condutividade elétrica visa avaliar os íons na água de embebição e o vigor das sementes, baseando-se no fato de que o vigor está relacionado à integridade dos sistemas de membranas celulares (MARCOS FILHO, 1987).

Conclusões

- O teste de envelhecimento acelerado mostrou-se eficiente para avaliação do vigor de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.

- Na temperatura de 40 °C, a solução com ácido giberélico foi mais eficiente para o teste de envelhecimento acelerado; para a temperatura de 50 °C a solução água destilada foi mais eficiente que as demais soluções.

Em relação ao teste de condutividade elétrica, verificou-se que:

- Para temperatura de 40 °C, a solução de ácido giberélico no tempo de 1h é mais eficiente para avaliação do vigor das sementes;
- Para temperatura de 50 °C nos tempos 1 h e 6 h, a solução água destilada é significativa em relação às demais soluções.

Referências

ABDO, M. R. V. N.; PAULA, R. C. de. Temperaturas para a germinação de espécies de Capixingui (*Croton floribundus* – Spreng – Euphorbiaceae). *Revista Brasileira de Sementes*. Brasília, v. 28, n. 3. p. 135-140, 2006.

ABRAHÃO, J. T. M.; TOLEDO, F. F. Preliminary results of vigor tests on bean seeds. *Revista de Agricultura* 44: 132, 160-163. 1969. (in Portuguese, with abstract in English).

BASKIN, C. C. Vigor testing methods: accelerated aging. *Association of Official Seed Analysts Newsletter*, v.51, p.42-52, 1977.

BASKIN, C.C. Accelerated aging test. In: PERRY, D.A. (Ed.) *Handbook fo vigour test methods*. Zurich: International Seed Testing Association, 1981. p.43-48.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). *Germinação – do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-222.

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F.; BARROS, D. I.; DIAS, L. A. S.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, p.1-6, 2003.

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

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

CALDO, A. O. Efeito do envelhecimento controlado sobre a qualidade fisiológica de sementes de três variedades de soja (MERRILL, G.M.L.). Tese de Graduação, 37 p. FMVA/Jaboticabal, 1973.

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

CHEROBINI, E. A. I; AVILA, A. L.; MUNIZ, M. F. B.; HOPPE, J. M. Comportamento de sementes de *Sesbania virgata* Poir, submetidas ao envelhecimento acelerado. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 15, 2005, Foz do Iguacu. CD...Foz do Iguacu, 2005.

DELOUCHE, J. C. An accelerated aging technique for predicting the relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. *Agron. Abstr.*, 57:40, 1965.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. and Technol.*, 1:427-52, 1973.

FERREIRA A. G., BORGHETTI F. 2004. Germinação do Básico ao Aplicado- p 80-87.

FREITAS, R. A. de; NASCIMENTO, W. M. Teste de Envelhecimento Acelerado em Sementes de Lentilha. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n° 3, p.59-63, 2006.

HELMER, J. C.; DELOUCHE, J. C.; LIENHARD, M. Some indices of vigor and deterioration in seed of crimson clover. *Proc. Assoc. off. Seed Anal.*, 52:154-61. 1962.

KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* (Coord.) Vigor de sementes: Conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

KRZYZANOWSKI, F. C. A tecnica de envelhecimento precoce na avaliação do vigor de sementes de feijoeiro. Piracicaba, ESALQ/USP. 104p. (Dissertação de Mestrado). 1974.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, p.1-21. 1999.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: Funep, p.133- 150. 1994.

MARCOS FILHO, J. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase no teste de condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 25, n. 12, p. 185, 1990.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes. Piracicaba: FEALQ. 320 p. 1987.

MCDONALD, M. B.; PHANEENDRANATH, B. R. A modified accelerated aging vigor test procedure. *Journal of Seed Technology*, v.3, p.27-37, 1978.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.21.

NOGUEIRA, A. L.; GARCIA, L. C.; ABREU, A. C. D. Comportamento de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan., Mimosaceae submetidas ao Envelhecimento Acelerado. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 2001. Anais... Curitiba: ABRATES, 2001. p. 261.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

OLIVEIRA, D. V. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do vigor de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. e *Jacaranda mimosifolia* D. Don. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Rosana de Carvalho Cristo Martins.

SANTOS, S. R. G. dos; PAULA, R. C. de. Teste de Envelhecimento Acelerado para Avaliação do Vigor de Lotes de Sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (BRANQUILHO) – EUPHORBIACEAE. Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, jun. 2007.

TEKRONY, D. M. An evaluation of the accelerated aging test for soybeans. Association of Official Seed Analysts Newsletter, v.59, p.86-96, 1985.

TOMES, L. J.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. Journal of Seed Technology, v.12, p.24-35, 1988.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. p. 4.1-4.26. 1999.

WETZEL, C. T. Contribuição ao estudo da aplicação do teste de envelhecimento visando a avaliação do vigor em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), de trigo (*Triticum aestivum* L) e de soja. Piracicaba, 116 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1972.

Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. pelos testes de raios X e de germinação

Kever Bruno Paradelo Gomes, Rosana de Carvalho Cristo Martins, Juliana Martins de Mesquita Matos

Introdução

A importância da investigação científica em tecnologia de sementes se baseia no seu uso a fim de reduzir custos e desenvolver novas técnicas de produção em diversos experimentos, cujos objetivos seriam tanto a sua conservação ou a sua adaptação em empreendimentos comerciais e em programas de recuperação de áreas degradadas.

A análise de sementes é considerada uma atividade dinâmica constantemente evoluída, caracterizada pelas melhorias contínuas do desenvolvimento de processos e padronização. Para Guedes *et al.* (2011), a padronização desses métodos deve ser constantemente reavaliada mediante aplicação de testes de referência, de testes alternativos e da determinação de novas metodologias.

Segundo Peske e Levien (2005), a demanda por sementes no Brasil tem apresentado crescente desenvolvimento, com expressividade para as principais culturas de importância comercial. Nesse contexto,

concentram-se grandes esforços no sentido do aumento de produtividade e nos parâmetros de avaliação dos padrões de qualidade dos lotes. A qualidade torna-se um importante aspecto na produção, beneficiamento e comercialização de sementes de espécies florestais, sendo um elemento cada vez mais desejável para a competitividade da cadeia produtiva do setor de sementes.

A tecnologia para análises de sementes florestais, em especial as de ocorrência no bioma Cerrado, passa a ser valorizada pelo fato de fornecer dados que evidenciam a qualidade física e fisiológica de um lote de sementes com finalidades imediatas para semeadura e armazenamento.

A crescente demanda por sementes de espécies arbóreas nativas do Cerrado tem gerado a necessidade do desenvolvimento de tecnologias para a avaliação da qualidade dessas sementes que é realizada por meio de testes, que na maioria das vezes, são considerados destrutivos. (SILVA *et al.*, 2007).

O teste de raios X vem sendo empregado em programas de controle de qualidade de sementes para diversas espécies agrícolas e florestais. Essa alternativa para análise de sementes permite conservá-las para outros testes e compara a imagem com os resultados do teste de germinação. Segundo Mattos; Medeiros (2000), o benefício mais importante da técnica de raios X é o de fornecer, de imediato, uma indicação sobre as anormalidades morfológicas ou danos mecânicos eventualmente existentes e que prejudicam a germinação.

A análise de sementes por meio das imagens radiográficas é uma alternativa relativamente recente para classificar os diversos aspectos das sementes. Nesse sentido, a captura e o processamento da imagem radiografada têm permitido o estabelecimento de relações entre integridade, morfologia e determinação do potencial fisiológico das sementes. (MARCOS FILHO *et al.*, 2010).

Um dos requisitos básicos para identificação de problemas associados com o potencial fisiológico de sementes é a averiguação da sua morfologia interna. Estudos dirigidos para avaliação da morfologia interna de sementes têm sido executados pela técnica de análise de imagens. Dentre os métodos utilizados para essa finalidade, destaca-se o teste de raios X. (GOMES JUNIOR, 2010).

O teste de raios X vem sendo empregado em programas de qualidade e como auxiliar nos estudos morfológicos e fisiológicos para diversas espécies agronômicas e florestais (MELO *et al.*, 2009). Essa técnica foi inicialmente utilizada por Simak e Gustafsson (1953), na avaliação da qualidade de sementes de *Pinus sylvestris* L., por apresentar a vantagem de não alterar a viabilidade das sementes (SIMAK *et al.*, 1989), permitindo que elas sejam semeadas para comparação com o teste de germinação, o que possibilita o estudo da germinação em relação à imagem radiográfica. Segundo Gomes Junior *et al.* (2012), métodos não destrutivos são desejáveis para uma avaliação precisa da morfologia interna das sementes.

O uso da radiografia por meio de raios X de baixa energia para avaliação da qualidade física das sementes é indicado pela ISTA (1996) que o considera um método rápido e não destrutivo, prescrevendo-o com a finalidade básica de detectar e analisar as estruturas internas das sementes, permitindo a visualização de sementes cheias, vazias, mal formadas, com danos mecânicos ou ataque de insetos e fungos, e, em alguns casos, possibilitando a detecção de anormalidades no embrião, além do seu estágio de desenvolvimento (SIMAK; GUSTAFSSON, 1953; SIMAK *et al.*, 1989). Nessa circunstância, sementes da amostra destinada ao teste de germinação são previamente radiografadas e classificadas, de acordo com o perfil morfológico visualizado.

A qualidade da imagem obtida permanentemente formada no filme radiográfico, de acordo com Bino *et al.* (1993), varia em função da espessura, densidade, composição da semente e comprimento de onda que as sementes foram submetidas. Dessa forma, após a disposição das sementes sobre o filme e subsequentemente a radiação, formam-se imagens claras nas regiões mais densas, as quais os raios X não atravessaram, e imagens escuras nas regiões menos densas (ISTA, 1999). Cada equipamento de raios X requer diferentes regulagens de tempo de exposição e voltagens para gerar melhor imagem (BRASIL, 2009). As radiografias são facilmente conservadas, reproduzidas e podem ser analisadas a qualquer tempo (MENEZES *et al.*, 2005).

Dados sobre a existência de sementes defeituosas e vazias é desejável, já que podem influenciar nos resultados de germinação. (CRAVIOTTO *et al.*, 2002). Sementes morfologicamente perfeitas, identificadas pelo teste de raios X, podem originar plântulas normais ou anormais e as sementes podem estar dormentes ou mortas (PUPIM *et al.*, 2008). Para Oliveira *et al.* (2004), o teste de raios X é útil para verificar danos às sementes submetidas a determinados beneficiamentos em que podem ser fisicamente alteradas e os danos não serem visíveis à ótica humana.

Segundo Machado (2002), a aplicação da técnica de raios X é bastante promissora em análise de sementes florestais, principalmente aqueles de grande relevância econômica e ecológica, cujos meios de propagação inviabiliza a execução de outros métodos para a avaliação da qualidade de sementes que se baseiam no exame do embrião. A técnica de raios X, segundo Carvalho e Oliveira (2006), possibilita uma diagnose rápida fornecendo informações relevantes para o trabalho científico e controle de qualidade de sementes.

Essa técnica de análise de imagens radiográficas tem sido aprimorada e já foi comprovada a sua eficiência na identificação

de propriedades não visíveis à ótica humana e sua relação com o potencial fisiológico em sementes de *Cedrella fissilis* Vell. (MASETTO *et al.*, 2008); *Peltophorum dubium* (OLIVEIRA *et al.*, 2003) e *Litbraea molleoides* (MACHADO & CÍCERO, 2003). Amaral *et al.* (2011) observaram que as imagens de raios X em sementes de *Tabebuia heptaphylla* permitiram visualizar o grau de desenvolvimento dos embriões, possibilitando notar anormalidades embrionárias, que provavelmente tiveram origem durante a maturidade fisiológica dos frutos.

Espécies florestais da família *Lauraceae* foram analisadas por Carvalho *et al.* (2009), nas quais as sementes identificadas com o embrião mal formado pelo teste de raios X apresentaram-se como mortas no teste de germinação. Pinto *et al.* (2009) indicam o teste de raios X para avaliação do vigor de sementes de pinhão-mansão, sendo este procedimento útil para observar as estruturas essenciais das sementes.

O presente capítulo tem por objetivo apresentar e discutir os resultados encontrados pelo teste de raio X e germinação aplicados às sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes e Viveiros Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (Brasília - DF) e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, localizado na Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) na cidade de Piracicaba, São Paulo.

Coleta das sementes

Foram coletados frutos-sementes secos indeiscentes da espécie florestal *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. (capitão-do-campo), em áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, no mês de setembro de 2012, considerando o vigor, porte e sanidade das matrizes selecionadas.

Os locais de coletas dos frutos foram especificamente na Fazenda Água Limpa (lote 01), áreas externas do *campus* Darcy Ribeiro (lote 02) e região do entorno da cidade de Brasília (lote 03). A escolha das regiões de obtenção dos frutos, bem como a distinção dos lotes de sementes, foram em razão de fragmentos de vegetação encontrados em centros urbanos, Área de Proteção Ambiental (APA) destinada à conservação e proteção do ecossistema e matrizes identificadas ao longo da rodovia de ligação da cidade de Brasília à Cristalina – GO (BR 040), em ambientes degradados.

Os fragmentos de vegetação de onde se localizam as matrizes da espécie em estudo foram devidamente georreferenciados com o auxílio do equipamento GPS Garmim Vista (tabela 1). Esse procedimento de localização *in loco* das espécies tem por finalidade facilitar o acesso às matrizes para coletas futuras.

Tabela 1: Localização das matrizes da espécie florestal *Terminalia argentea* Mart. et Zucc.

Lote	Matriz	Coordenadas geográficas	Ponto de Referência
1	01	S 15° 77. 406' W 47° 86. 519'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	02	S 15° 77. 323' W 47° 86. 494'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro

Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. pelos testes de raios x e germinação

1 (continuação)	03	S 15° 77.396' W 47° 86.598'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	04	S 15° 77.267' W 47° 86.449'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	05	S 15° 77.477' W 47° 86.546'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	06	S 15° 77.764' W 47° 86.832'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	07	S 15° 77.441' W 47° 86.485'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	08	S 15° 77.566' W 47° 86.554'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
2	09	S 15° 57.000' W 47° 58.515'	Fazenda Água Limpa - UnB
	10	S 15° 59.020' W 47° 60.320'	Fazenda Água Limpa - UnB
3	11	S 16° 27.050' W 47° 48.280'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	12	S 16° 27.320' W 47° 48.081'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	13	S 16° 29.157' W 47° 48.325'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	14	S 16° 39.378' W 47° 43.233'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	15	S 16° 37.087' W 47° 82.829'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	16	S 16° 36.332' W 47° 45.471'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	17	S 16° 36.445' W 47° 45.335'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	18	S 16° 38.339' W 47° 82.554'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	19	S 16° 44.571' W 47° 81.112'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	20	S 16° 62.698' W 47° 74.121'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)

Fonte: Gomes (2013).

Foram selecionadas 20 matrizes: sendo oito no lote 1; dois no lote 2; e dez no lote 3. A coleta foi realizada adotando as recomendações de Lorenzi (2008), nas quais os frutos-sementes são obtidos diretamente da árvore, próximo do período de maturidade fisiológica, com o auxílio de um podão e lona para facilitar o recolhimento.

Após a coleta dos frutos, foi realizado o beneficiamento retirando-se, com o auxílio de uma tesoura de poda, as expansões aliformes do fruto, para facilitar a aplicação dos testes de análise tecnológica das sementes (figura 1). Posteriormente foi realizada uma escarificação mecânica, dando um pequeno corte com o auxílio de um estilete na parte lateral do fruto.

Figura 1: Frutos de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. intacto (A) e beneficiado (B)



Fonte: K.B.P., 2012.

Os frutos foram homogeneizados e armazenados em sacos de papel até a realização dos testes em condições de laboratório. As amostras para realização dos testes foram retiradas ao acaso de cada lote de sementes.

Os frutos de sementes de capitão-do-campo foram submetidos ao processo de assepsia, para se evitar possível contaminação. Assim, as referidas sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio com 2% de cloro ativo por um período de dez minutos. Após o tempo indicado, as sementes foram lavadas em água corrente por dez minutos, sendo secas por papel toalha e deixadas sobre uma bancada por um período de 24 horas. Em seguida, foram armazenadas em sacos de papel, mantidas em temperatura ambiente até a realização dos testes.

Determinação do grau de umidade

Em cada lote foram retirados três amostras de dez sementes para determinar o teor de umidade. O peso das amostras foi determinado por meio de uma balança digital de precisão de 0,001 g. Em seguida, foi determinado o teor de água pelo método padrão de estufa a $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, por um período de 24 horas (BRASIL, 2009).

A determinação do teor de umidade (%) foi alcançada por meio da fórmula estabelecida pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009):

$$\% \text{ de umidade (U)} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Onde:

$$\% \text{ de umidade (U)} = 100 (P - p)$$

P - t

P= peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;
p= peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;
t= tara, peso do recipiente com sua tampa.

O resultado final foi obtido por meio da média aritmética das porcentagens de cada uma das repetições e suas medidas de dispersão central.

Teste de raios X

Essa etapa do experimento foi realizada no Laboratório de Análise de Imagens do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, localizado na Universidade de São Paulo, na cidade de Piracicaba, São Paulo. Para obtenção das imagens radiográficas das sementes, foi utilizado o equipamento digital Faxitron X-ray, modelo MX-20 DC-12, acoplado ao computador Core 2 Duo (3.16 GHz, 2 GB de memória RAM, Hard Disk de 160 GB) e monitor MultiSync LCD1990SX de 17 polegadas) (figura 2).

Figura 2: Equipamento digital Faxitron x-ray no laboratório de análise de imagem da ESALQ/USP



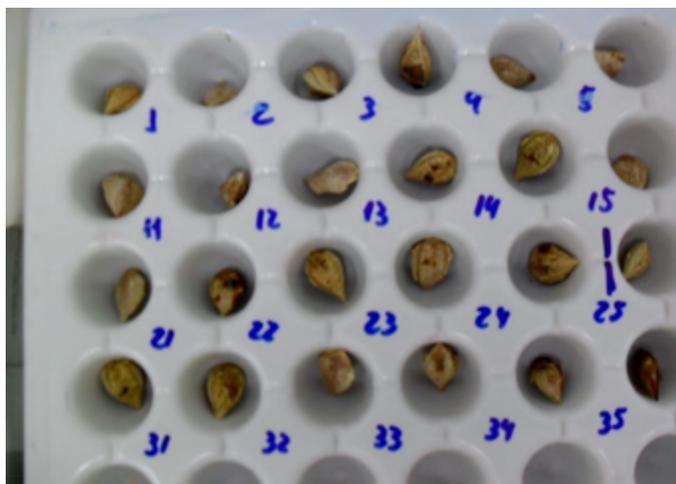
Fonte: Gomes (2013).

Foram radiografadas 200 sementes de cada lote (20 repetições de dez sementes). As radiografias foram obtidas com as sementes

posicionadas a 28,0 cm da fonte de emissão de raios X. A intensidade de radiação e o tempo de exposição das sementes aos raios X foi determinada automaticamente pelo aparelho de raios X.

Para o posicionamento adequado das sementes durante a exposição aos raios X, foi utilizada fita dupla face transparente aderida sobre uma transparência de retro projeção (29,7 x 21,0 x 0,1 cm). Após as radiografias, as sementes foram colocadas em células individualizadas de uma bandeja de plástico (100 células/bandeja) para posterior germinação (figura 3). Antes do início dos testes, foi feito uma calibragem automática no equipamento.

Figura 3: Arranjo das sementes identificadas após o teste de raios X



Fonte: K.B.P., 2012.

Em seguida, as sementes foram classificadas de acordo com a morfologia interna visualizada nas imagens radiográficas. Foram consideradas três categorias de sementes: cheias, vazias e/ou mal formadas. As sementes cheias obtiveram os seus tecidos internos totalmente formados, preenchendo toda a cavidade do interior do fruto.

Sementes sem tecido, com a cavidade interna totalmente ausente, foram classificadas como vazias. As sementes mal formadas obtiveram o seu embrião danificado, rachaduras e a cavidade embrionária não completa no perímetro interno do fruto.

A interpretação dos resultados de raios X foi feita por meio do confronto da imagem radiográfica com a respectiva imagem da plântula normal, anormal ou semente morta e/ou dormente após o teste de germinação. Os resultados do teste de raios X foram expressos em porcentagem, de acordo com as Regras para Análise de Sementes. (BRASIL, 2009).

As plântulas normais, bem como as sementes não germinadas durante o período de tempo previsto para o teste, foram fotodocumentadas por uma câmera digital Samsung, modelo S1.3. As sementes foram postas para germinar em condições de laboratório a 25 °C com fotoperíodo de oito horas diárias de luz.

Análise dos dados

Os resultados obtidos para a porcentagem de germinação foram transformados em arc seno $\sqrt{X/100}$. Para o teste de germinação, utilizou-se o delineamento estatístico em esquema fatorial, com três lotes, três categorias (cheia, vazia e mal formada) e dois tempos (30 e 60 minutos) de embebição.

Os tratamentos foram replicados 20 vezes e as dez unidades experimentais foram dispostas inteiramente ao acaso. Realizaram-se análises da variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Com base nas significâncias ou não das interações, foram realizados vários desdobramento. Para essas análise, foi utilizado o *software* SAEG (SAEG, 2007).

Os valores que foram transformados para realização da análise estatística tiveram os seus resultados expressos por meio das médias dos dados originais, com a finalidade de melhor interpretação do teste.

No teste de raios X, os resultados foram analisados de forma comparativa, procurando estabelecer as identificações das classes de sementes radiografadas com as respectivas plântulas normais e/ou anormais e sementes não germinadas, após o teste de germinação.

Os resultados do teste de condutividade elétrica foram apresentados em intervalos de condutividade e analisados mediante a comparação com os resultados do teste de germinação. Para a determinação do ponto de partição, foi utilizado o gráfico Boxplot por meio da utilização do *software* IBM SPSS statistics 20.0 (IBM SPSS, 2011).

O teste do pH do exsudato foi analisado mediante a porcentagem de sementes viáveis e inviáveis e posteriormente relacionados com os dados do teste de germinação.

Foram feitos análise de regressão e de correlação do resultado do teste de germinação.

Resultados e discussão

Determinação do grau de umidade

Os frutos de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. (capitão-do-campo), armazenados por um período de três meses até a realização dos testes de vigor, mantiveram-se com baixo teor de umidade, conforme demonstra a tabela a seguir (tabela 2).

Tabela 2: Umidade dos lotes de sementes da espécie florestal *Terminalia argentea* Mart. et Zucc.

Variável	Medidas de dispersão			
	X	S ²	S	CV%
Teor de umidade	9,33	0,22	0,52	6,19

Segundo Toledo e Marcos Filho (1977), teores de umidade inferior a 11% são o ideal para manter a longevidade das sementes armazenadas por períodos prolongados. Para Desai *et al.* (1997), o alto grau de umidade das sementes consiste numa das principais causas da perda do poder germinativo durante o período de armazenamento.

Os lotes de sementes estavam em um bom estado de conservação, não sendo detectado sob a ótica humana nenhuma incidência de fungos ou patógenos, o que evidenciou uma ótima confiabilidade nos testes a serem aplicados nas sementes. Nos estudos para avaliação da qualidade de sementes de endro (*Anethum graveolens*), Almeida *et al.* (2007) determinaram que o teor de umidade entre 7 e 11% dos lotes foram os ideais para a condução dos testes de análise de sementes.

Teste de raios X

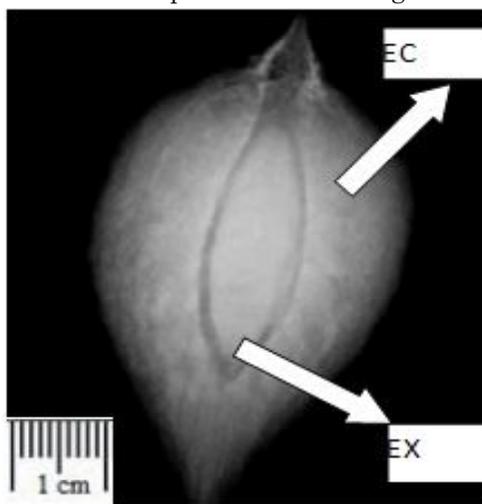
A exposição das sementes de *Terminalia argentea* aos raios X, em intensidade de radiação de 26 kV por 1,2 segundos, foi uma condição ideal para uma ótima visualização da morfologia interna das sementes. Da mesma forma, Carvalho *et al.* (2009) verificaram que a potência de 25 kV durante dois minutos foi eficiente para diagnosticar as estruturas internas das sementes de *Ocotea pulchella* e de *Persea pyrifolia*, ambas pertencente à família da *Lauraceae*.

Em sementes de sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) submetidas à técnica de raios X, a intensidade de 30 kV por 45 segundos foi eficaz segundo Albuquerque e Guimarães (2008), para verificar as estruturas internas das sementes.

Tempos de dez segundos a quatro minutos, com intensidade de dez a 55 kV, têm sido utilizados atualmente para análise de imagens radiográficas de diversas espécies agrícolas e florestais. (MATTOS; MEDEIROS, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2004).

No entanto, não foi possível verificar as estruturas do embrião de sementes de *Terminalia argentea* com nitidez, uma vez que a semente formada tinha o mesmo grau de radiopacidade. Esse relato também foi observado por Pupim *et al.* (2008), em imagens de sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya*) radiografadas. Assim, para se referir a essa parte da semente, foi utilizado o termo “região do eixo embrionário” (figura 4).

Figura 4: Identificação da parte interna da semente de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. por meio da sua imagem radiografada

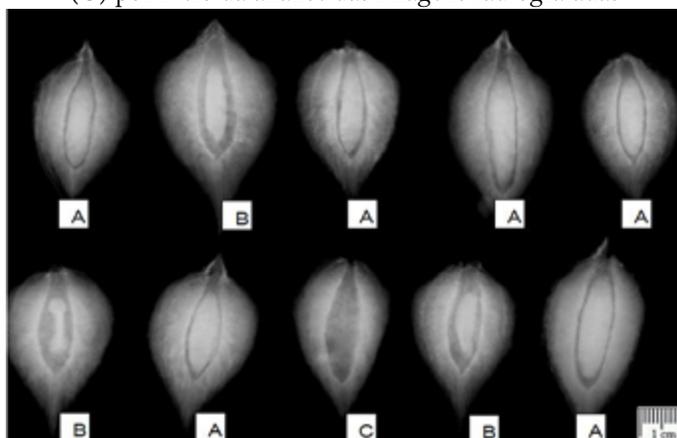


EX = região do eixo embrionário; EC = endocarpo.

Fonte: K.B.P., 2012.

O exame das imagens das sementes, obtidos pelo teste de raios X, permitiu avaliar a condição interna das sementes. Com base nos resultados observados em trabalhos de Oliveira (2000) e por meio das recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), foi possível estabelecer os critérios de identificação para a determinação de sementes consideradas, a partir da imagem radiografada, como cheias (totalmente formadas), vazias e mal formadas (figura 5).

Figura 5: Sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. classificadas como cheias (A), mal formadas (B) e vazias (C) por meio da análise das imagens radiografadas



Fonte: K.B.P., 2012.

Na análise da variância para as frequências de sementes de todas as categorias, foi observada interação significativa entre as categorias classificadas pelo teste de raios X e os lotes utilizados. Verificou-se que as frequências de sementes em cada categoria de análise pelo teste de raios X e seu efeito com os lotes, foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, conforme apresenta a tabela 3 a seguir. Sendo assim, foi necessário realizar os desdobramentos para avaliar essas interações, verificados nas tabelas 4 e 5 respectivamente.

Tabela 3: Análise de variância para a frequência de sementes em cada categoria, considerando os fatores categorias de raios X e lotes, bem como suas interações

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Lote	2	0,2123	0,00*	48,44
Categorias	2	4417,3173	160,04*	
Lote * Categoria	4	6,8667	2,633*	
Resíduo	171	2,6075		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4: Análise de variância das frequências de sementes das categorias de raios X e seu efeito com os lotes

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Lote	2	4,3166	7,334*	68,70
Resíduo	57	0,5885		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5: Análise de variância das frequências de sementes e sua relação com as categorias de raios X

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Categorias	2	1,2230	28,166*	35,38
Resíduo	57	0,4342		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Na tabela 6, a seguir, pode-se verificar a porcentagem de sementes presentes em cada categoria examinadas no teste de raios X para os três lotes utilizados. Por meio dessa análise, foi possível determinar a porcentagem de sementes viáveis e não viáveis, sendo cheias consideradas viáveis; vazias e mal formadas consideradas inviáveis.

Tabela 6: Porcentagens de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. obtidas em cada categoria de acordo com o teste de raios X

Categorias raios X (%)*			
Lote	Cheias	Vazias	Malformadas
1A	57,5 a	26,0 b	16,5 c
2B	68,5 a	22,5 b	09,0 c
3B	61,5 a	30,5 b	08,0 c

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal para as categorias de raios X.

*Letras maiúscula na vertical para os lotes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Na observação das diferenças entre os lotes constatados pela análise da variância anteriormente, nota-se que o modelo estatístico elegeu o lote 1 superior (tabela 6) aos lotes 2 e 3, que não diferiram estatisticamente entre si. Esse tipo de resultado pode ser explicado devido ao lote 1 ter uma melhor distribuição das frequências de sementes para ambas as categorias constatadas pelo teste de raios X; entretanto, nesta pesquisa, lotes que possuem uma maior porcentagem de sementes classificadas como cheias, são lotes superiores aos demais, podendo exercer uma maior relação de causa e efeito no teste de germinação. Sendo assim, considera-se que os lotes de sementes da espécie florestal *Terminalia argentea* 2 e 3 são os que apresentam qualidade fisiológica superior ao lote 1.

A categoria cheia para ambos os lotes foi a que apresentou uma maior frequência de sementes de *Terminalia argentea*, diferindo estatisticamente das categorias vazias e mal formadas ao nível de 5% de probabilidade. Houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as categorias vazias e mal formadas em todas as observações.

O lote 2 foi o que apresentou uma maior porcentagem de sementes cheias (viáveis) pela ótica do teste de raios X; entretanto, os valores dos três lotes tiveram uma pequena variação, entre 57,5 e 68,5% de sementes cheias.

Esses valores foram próximos aos encontrados por Sturião *et al.* (2012), ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de palmeira jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), observaram cerca de 60,5% de sementes viáveis (cheias).

Segundo Brasil (2009), frutos-semente ou sementes classificadas como cheias ou totalmente formadas pelo teste de raios X contêm todos os tecidos essenciais para a germinação, sendo assim consideradas viáveis. Para Nakagawa (1999), a viabilidade determina se a semente encontra-se viva ou morta.

Diversos autores como Melo *et al.* (2009) e Souza *et al.* (2008) relacionaram a viabilidade dos lotes de sementes com imagens de sementes radiografadas classificadas como cheias ou totalmente formadas pelo teste de raios X. Essa comparação de categoria cheia versus sementes viáveis tem mostrado boa correlação com o teste de germinação para diversas espécies agrícolas e florestais já demonstrados por Masetto *et al.* (2008) em sementes de *Cedrela fissilis*.

Foi encontrado um considerável número de frutos formados sem sementes da espécie de *Terminalia argentea*, classificadas pelo teste de raios X como vazias (20 a 30%), o que se torna prejudicial nos programas de produção de mudas e testes de laboratório, se não forem identificados com antecedência ao processo de germinação e análise de vigor.

Esse relato também foi observado por Wetzell (1997) em sementes de *Chomelia ribesoides* submetidas ao teste de vigor, em que apresentaram aproximadamente 40% de sementes sem embrião (vazias). Para o ISTA (1995), a ocorrência de sementes vazias influencia diretamente o armazenamento, a eficiência da semeadura e a comercialização dos lotes de sementes. Esse fato é observado com alguma frequência em espécies florestais em que a estrutura de dispersão não é uma semente verdadeira. (SOUZA *et al.*, 2005; TONETTI *et al.*, 2006). Nesse sentido, o teste de raios X para a espécie florestal em estudo que apresentou uma

porcentagem média de 26,33% de sementes vazias, torna-se útil para se obter uma estimativa da viabilidade do lote de sementes por meio da análise da morfologia interna dos frutos.

Sementes mal formadas de *Terminalia argentea* também foram encontradas pelo teste de raios X, confirmando a eficiência desse método na detecção de anormalidades embrionárias. Embora seja os menores valores observados para ambos os lotes (8 - 16,6%), essas sementes devem ser descartadas quando forem armazenadas ou semeadas em razão da alta probabilidade de constituir plântulas anormais ou sementes não germinadas e/ou mortas, inviáveis para o desenvolvimento em campo.

Para Martins *et al.* (1999), a ocorrência de plântulas anormais pode ser consequência de fatores genéticos, ambientais e práticas de manejo, que são minuciosas de serem superadas. Em sementes radiografadas de *Cedrela fissilis* (cedro), Masseto *et al.* (2008) encontraram cerca de 30% de sementes mal formadas. De acordo com os resultados desses autores, a deformação do embrião impossibilitou o crescimento normal das plântulas.

Em estudos de Flor e Carvalho (2002), sementes de milho classificadas com pequenos danos interno na direção horizontal do eixo embrionário resultaram em 60% de plântulas anormais, indicando que o tipo de dano detectado por meio das imagens radiografias pode afetar de forma direta o processo de germinação e formação das plântulas. Para Feitosa *et al.* (2009), embriões com diferentes estágios de desenvolvimento podem estar associado à falta de uniformidade no florescimento, fato comum entre espécies florestais.

Espécies arbóreas florestais como as de *Terminalia argentea*, que são recomendadas especificamente para a recuperação de áreas degradadas, devem possuir lotes de sementes com boa formação genética, visto que as plântulas formadas necessitam de uma boa resistência e adaptabilidade a solos empobrecidos; portanto, sementes mal formadas, danificadas e/

ou vazias constatadas pelo teste de raios X devem ser eliminadas nos programas de produção de mudas nativas, visando assegurar um bom desempenho germinativo dos lotes.

O descarte de sementes mal formadas detectadas pela análise das sementes radiografadas também foram recomendados por Machado; Cícero (2003) para sementes de aroeira (*Litorea molleoides*) e por Oliveira *et al.* (2003) para sementes de canafistula (*Peltophorum dubium*), ambos resultaram na morte das sementes no teste de germinação. Assim como Amaral *et al.* (2011) observaram em sementes de *Tabebuia heptaphylla*, as imagens radiográficas de sementes de *Terminalia argentea* permitiram visualizar as anormalidades embrionárias, que provavelmente tiveram origem durante a formação e maturação dos frutos.

Pelos resultados obtidos neste trabalho, a utilização do teste de raios X em sementes de *Terminalia argentea* é extremamente promissora na detecção da qualidade fisiológica dos lotes de sementes, auxiliando na separação de sementes vazias e com anormalidades embrionárias inviáveis para o seu uso imediato ou para o seu armazenamento.

Para a porcentagem de germinação, a análise da variância (tabela 7) mostrou efeito significativo somente entre as categorias obtidas pelo teste de raios X.

Tabela 7: Análise de variância da germinação e seu efeito com os lotes e categorias obtidas pelo teste de raios X e suas interações

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Lote	2	0,2991	1,622 ^{ns}	61,01
Categoria	2	8,9199	483,581*	
Lote * Categoria	4	0,2991	1,622 ^{ns}	
Resíduo	171	0,1844		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns - Não significativo.

De uma maneira geral, os resultados obtidos no teste de germinação corresponderam à germinação prevista em função da separação por categoria utilizando-se o teste de raios X (tabela 8).

Tabela 8: Porcentagem de germinação (%) de três lotes de sementes da espécie florestal *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. encontrada para as categorias cheias, vazia e mal formadas obtidas por meio da análise das imagens de sementes radiografadas

Lote	Categorias Raios X	Germinação (%)*
1	Cheias Vazias	61,74a
	Mal formadas	0,00b
		0,00b
2	Cheias vazias	67,90a
	Mal formadas	0,00b
		0,00b
3	Cheias vazias	Mal formadas
	Mal formadas	0,00b
		0,00b

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para os três lotes analisados, as porcentagens de germinação das categorias cheias diferiram estatisticamente das demais categorias. O lote 2 foi o que obteve uma maior porcentagem de plântulas normais (61,74%), seguidos do lote 1 e 3. Para as categorias vazias e mal formadas, foram observadas 100% de sementes não germinadas ao final do teste de germinação.

Vale ressaltar que, nas observações das frequências de sementes das categorias de raios X, a análise da variância permitiu a separação dos lotes, porém, ao obter os resultados do teste de germinação, não houve efeito significativo entre os lotes, não sendo possível eleger o lote de melhor vigor. Esse fato pode ser explicado pela aproximação dos valores

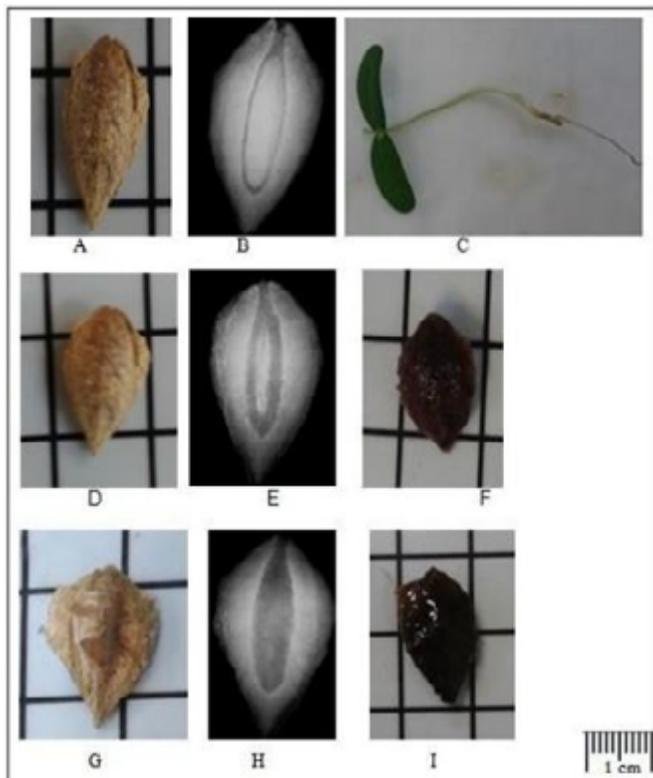
de porcentagem de germinação das categorias cheias (52,84 a 61,74%) e em função das categorias vazias e mal formadas não obterem sementes germinadas para ambos os lotes.

De acordo com os resultados obtidos no teste de germinação, as sementes morfologicamente perfeitas (cheias) originaram plântulas normais e sementes não germinadas. Esse tipo de resultados é esperado, pois, na radiografia, as imagens indicam se há ou não tecidos formados, porém não estabelecem, necessariamente, relação direta com os processos fisiológicos da semente. Esse parâmetro de análise também foi notado por Pupim *et al.* (2008) e Burg *et al.* (1994) em que algumas sementes com características adequadas no teste de raios X não germinaram, provavelmente, em razão da infecção por microrganismos, danos mecânicos e possível dormência.

As diferenças encontradas, comparando-se os resultados, indicam variabilidade quanto à germinação para as categorias cheias, vazias e mal formadas, pressupondo que condições fenotípicas e genéticas podem influenciar a qualidade das sementes. O teste de germinação revelou a inviabilidade das sementes de *Terminalia argentea* em que a região do eixo embrionário estava imperfeita e/ou vazia, visto que todas as sementes desta categoria não germinaram. Esse relato também foi observado por Machado (2002) em sementes de aroeira branca (*Litbraea molleoides* Vell. Engl) radiografadas submetidas ao teste de germinação.

Para um diagnóstico mais detalhado, a técnica de análise de imagens radiografadas teve importante utilidade, visto que foi possível visualizar a condição atual interna das sementes e, sendo essa técnica não destrutiva, possibilitou estabelecer relações de causa e efeito, após averiguação do teste de germinação, conforme pode ser observado na figura 6.

Figura 6: Sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. visualmente intactas (A, D e G), classificadas pela análise radiográfica em semente cheia (B), semente mal formada (E) e semente vazia (H); originando plântula normal (C) e sementes não germinadas e/ou mortas (F e I)



Fonte: K.B.P., 2012.

Na figura 6 (B) podem ser observadas na imagem de raios X sementes totalmente formadas (cheias), exercendo efeito positivo na germinação, resultando no desenvolvimento de plântula normal (figura 6 (C)). Entretanto, na figura 6 (E, H), observam-se sementes vazias e imperfeitas que não germinaram (figura 6 (F, I)). Sementes cheias também resultaram em sementes não germinadas, após o teste de germinação, sendo essa análise aprofundada posteriormente no teste de germinação. Não foram detectadas plântulas anormais em nenhum dos lotes.

Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Souza *et al.* (2008), em sementes de jacarandá-branco (*Platypodium elegans*). Para esses autores, os dados obtidos confirmam as suposições de que a morfologia interna das sementes pode ser um indicativo da sua viabilidade. Para Albuquerque; Guimarães (2008), o teste de raios X em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.), quando relacionado com o teste de germinação, pode auxiliar na avaliação da qualidade física das sementes.

Assim como Flor *et al.* (2004), na detecção dos danos mecânicos em sementes de soja pelo teste de raios X, a análise simultânea externa das sementes de *Terminalia argentea*, suas respectivas imagens radiografadas, plântulas normais e sementes dormentes ou mortas provenientes do teste de germinação, permitiu realizar um diagnóstico para cada caso estudado. Nesse sentido, se fossem levados em conta no presente trabalho, apenas as análises das imagens externas das sementes (figura 6 (A, D e G)), as imprecisões do diagnóstico seriam evidentes, pois, dessa maneira, não seria possível identificar danos internos, bem como a frequência de sementes sem tecidos embrionários.

Segundo Carvalho e Oliveira (2006), o teste de raios X não detecta todos os problemas relacionados à qualidade fisiológicas das sementes, porém permite um diagnóstico rápido e não destrutivo para as sementes examinadas, fornecendo dados úteis e essenciais para as pesquisas de laboratórios de análise de sementes agrícolas e florestais.

A análise de regressão linear simples (tabela 9) mostrou diferenças significativas das frequências de sementes observadas em cada categoria obtidas pelo teste de raios X e sua relação com os resultados do teste de germinação.

Tabela 9: Análise de variância da regressão linear simples da variável independente (frequência observada) versus variável dependente (germinação) e sua correlação

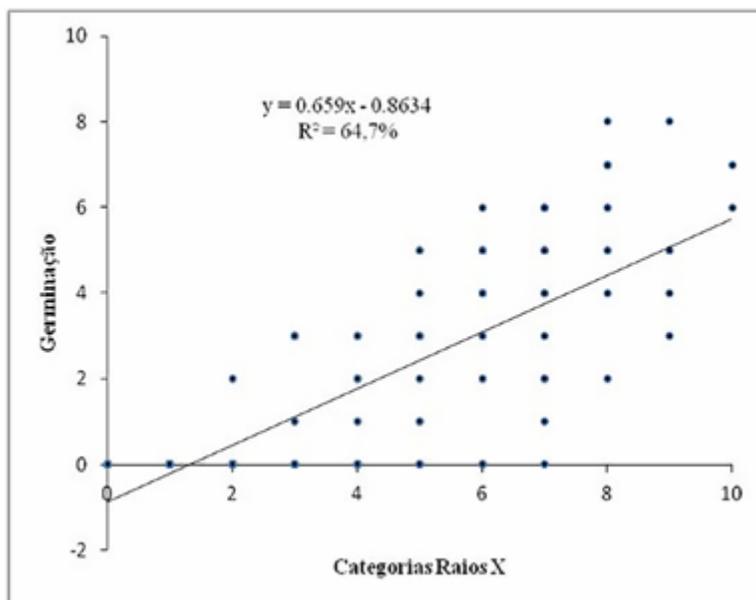
Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Lote	2	0,2991	1,622 ^{ns}	61,01
Categoria	2	8,9199	483,581*	
Lote * Categoria	4	0,2991	1,622 ^{ns}	
Resíduo	171	0,1844		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

O valor do coeficiente de correlação ($r_{xy} = 0,80$) demonstra que as alterações sofridas por uma das variáveis é acompanhada pelas alterações na outra, sendo uma correlação de intensidade forte. Dessa maneira, pode-se prever que as variáveis X (germinação) e Y (categorias raios X) estão associadas linearmente tendo uma boa correlação. Para Andrade *et al.* (1995), uma correlação linear de intensidade forte entre duas variáveis apresenta um coeficiente entre $0,7 > r_{xy} < 0,9$. Entretanto, apesar de haver uma ótima correlação entre as variáveis analisadas, é importante verificar o quanto está associação é adequada ao modelo linear ajustado por meio da observação do coeficiente de determinação.

Valores dos dados das categorias cheias, vazias e mal formadas das sementes de *Terminalia argentea* obtidas utilizando-se o teste de raios X, plotados em função do resultado do teste de germinação, podem ser visualizados no gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1: Diagrama de dispersão dos dados da regressão linear simples das variáveis categorias de raios X e sua associação com a germinação das sementes da espécie *Terminalia argentea* Mart. et Zucc.



Sendo a reta ajustada linear positiva, faz-se necessário notar que é apenas uma aproximação da realidade para indicar a tendência dos dados, sendo necessário aferir o valor do coeficiente de determinação. Analisando o modelo estatístico linear ajustado ($y = 0,659x - 0,8634$), verifica-se que 64,7% (coeficiente de determinação) da variação total consegue ser explicado pelos regressores presente no modelo. Resultados inferiores do coeficiente de determinação foram encontrados por Vasconcelos *et al.* (2012) para sementes de soja, sendo o $r^2 = 57,16\%$. Para esses autores, de toda a variação observada, metade possivelmente está relacionada ao baixo controle experimental.

Os resultados desta pesquisa indicaram que a classificação das sementes de *Terminalia argentea* pela ótica do teste de raios X foi eficiente. Este método deve ser utilizado pelos produtores de

mudas e sementes florestais nas tomadas de decisões rápidas para o aproveitamento ou descarte dos lotes de sementes.

Conclusão

O teste de raios X, na intensidade de 26 kV por 1,2 segundos foi eficiente na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea*.

As análises das imagens das sementes radiografadas permitiram detectar as anormalidades embrionárias inviáveis para a utilização em processos de semeadura.

O baixo percentual germinativo de sementes de *Terminalia argentea* pode ser atribuído ao grande número de frutos formados sem tecidos embrionários e/ou embriões mal formados.

A importância de uma metodologia de fácil execução, visando estimar o poder germinativo dos lotes de sementes, ficou comprovada pelo teste de raios X em sementes de *Terminalia argentea*, por ser um método rápido e confiável, portanto deve também ser empregado para análise de vigor de outras espécies florestais.

Referências

ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus Spreng - Euphorbiaceae*). *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p. 135-140, 2006.

AGUIAR, F. F. A.; TAVARES, A. R.; KANASHIRO, S.; LUZ, P. B.; SANTOS JUNIOR, N. A. Germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) *Allemão ex Benth.* (Fabaceae- Papilionoideae) no armazenamento. *Ciência Agrotecnica*, Lavras, v. 34, edição especial, p. 1624-1629, 2010.

AGUIAR, I. B. Conservação de sementes. In: SILVA, A.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). *Manual técnico de sementes florestais*. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.33-44. (Série Registros, 14).

AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) pelo teste de raios X. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1713-1718, 2008.

ALMEIDA, F. A. C.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P.; SILVA, D. R. S. Determinação do teor de umidade limite de semente de endro (*Anethum graveolens*) para crioconservação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 07, n. 2, p. 153-159, 2007.

AMARAL, A. S.; PESKE, S. T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 6, n. 3, p. 85- 92, 1984.

AMARAL, J. B.; MARTINS, L.; FORTI, V. A. CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J. Teste de raios x para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 4, p. 601-607, 2011.

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de cedro – *Cedrela odorata* L. (Meliaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 16, n. 1, p. 34-40, 1994.

ANDRADE, R. N. B.; SANTOS, D. S.; SANTOS FILHO, B.; MELLO, V. D. C. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 153-162, 1995.

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. *Seed vigor test committee*. Seed vigor testing handbook. Lincoln: AOSA, 1983. 88 p.

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 2, p. 176-182, 2005.

BINO, R. J.; ARTSE, J. W.; VAN DER BURG, W. J. Non-destructive x-ray analysis of *Arabidopsis* embryo mutants. *Seed Science Research*, v. 3, n.3, p. 167-170, 1993.

BORGES, E. E. L.; BORGES, C. G. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 1, n. 3, p. 45-47, 1979.

BORGES, E.E.L; BORGES, R.C.G.; TELES, F.F.F. Avaliação da maturação e dormência de sementes de orelha-de-negro. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.2, n.2, p.29-32, 1980.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n. 4, p. 15-21, 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA, DNPV, 1992. 365 p.

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

BRASILEIRO, M. S.; CARVALHO, M. A.; KARIA, C. T. Correlação entre peso de sementes e vigor e velocidade de germinação em *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. In: IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. *Anais...* Brasília, DF, 1-6 p., 2008.

BRUNI, A. L. *PASW aplicado à pesquisa acadêmica*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BURG, W. J. V.; AARTESE, J. W.; ZWOL, R. A. VAN.; JALINK, H.; BINO, R. J. Predicting tomato seedling morphology by x-ray analysis of seeds. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 119, n. 2, p. 258-263, 1994.

CABRERA, A. C.; PESKE, S. T. Testes do pH do exsudato para sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n.1, p. 134-140, 2002.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Floresta, 2003. 1039 p.

CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, L. M. *Raios x na avaliação da qualidade de sementes*. Informativo Abrates, Pelotas, v. 6, n. 1, 2, 3, p. 93-99, 2006.

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

CARVALHO, J. A.; PINHO, E. V. R. V.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; BONOME, E. T. Testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Citromelo swingle. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n. 1, p. 263-270, 2002.

CHEN, T.; BURRIS, J. S. Dessication tolerance in maturing maize seed: membrane phospholipid composition and thermal properties. *Crop Science*, Madison, v. 31, n. 3, p. 1766-770, 1991.

CHEROBINI, E. A. *Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas*. 2006. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.21, n.2, p.23-27,1999.

COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92-96, 2006.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Methods of overcoming dormancy in *Shizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Leguminosae – caesalpinioideae) seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p. 108-115, 2006.

DESAI, B. B.; KOTTECHA, P. M.; SALUNKHE, D. K. *Seeds handbook biology, production, processing and storage*. New York, Basel, 1. ed. 1967. 627p.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Electrical conductivity test for vigor evaluation in soybean seeds. *Seed Research*. v. 24 p. 1-10, 1996.

FEITOSA, S. S.; DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A. O.; FABRICANTE, J. R.; LUI, J.J. Estudos de viabilidade de sementes de candeia *Erythronium erythronium* (DC.) Mac Leish por meio de testes de germinação e raios x. *Floresta*, Curitiba, PR, v.39, n. 2, p. 393-399, 2009.

FERNANDES, E. J.; SADER, R.; CARVALHO, N. M. Viabilidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) estimada pelo pH do exsudato. In: Congresso Brasileiro de sementes, 5, Gramado, 1987. *Anais*. Brasília: Abrates, 1987.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; MALAVAS, M. M.; DAVIDE, A. C. Caracterização morfológica de frutos, semente, plântula e muda de capitão-do-campo (*Terminalia argentea* Mart. & Zucc. – Combretaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, n.º. 2, p. 202-209, 1998.

FLOR, E. P. O.; CARVALHO, M. L. M. Uso de los rayos-x para La evaluación de daños internos producidos por secamiento y sus efectos em La calidad de semillas de maiz. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, v. 55, n. 2, p. 1521-1537, 2002.

FLOR, E. P. O.; CICERO, S. M.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 26, n. 1, p. 68-76, 2004.

FLORES, A. V.; ATAÍDE, G. M.; BORGES, E. E. L.; SILVEIRA, B. D.; PEREIRA, M. D. *Tecnologia e comercialização de sementes florestais: aspectos gerais*. Informativos Abrates, v. 21, n.º 3, 2011.

GOMES, K. B. P.; VILARINO, M. L. G.; PEREIRA, V. S.; FERRARO, A. C. Avaliação da emergência e do crescimento inicial de plântulas de cedro-rosa em diferentes substratos. *Revista Agrogeoambiental*, v. 02, n. 1, p. 75-84, 2010.

GOMES, K. B. O. *Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Terminalia argentea Mart. et Zucc. pelos testes de raios x, condutividade elétrica, pH de exsudato e germinação*. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília.

GOMES JUNIOR, F. G. *Aplicação da análise de imagens para avaliação da morfologia interna de sementes*. Informativo ABRATES, v. 20, n. 3, 2010.

GOMES JUNIOR, F. G.; YAGUSHI, J. T.; BELINI, U. L.; CICERO, S. M.; TOMAZELLO FILHO, M. X-ray densitometry to assess internal seed morphology and quality. *Seed Science and Technology*, v. 40, n. 1, p. 102-107, 2012.

GONZALES, J. L. S.; VALERI, S. V. Prueba de La conductividad eléctrica em La evaluación fisiológica de La calidad de semillas em *Zeyheria tuberculosa*. *Bosque*, 32(2): 197-202, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; FRANÇA, P. R. C.; MOURA, M. F.; SANTOS, S. S. Germination of *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. seeds. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, v. 33, n. 4, p. 445, 2011.

HAMMAN, B.; HALMAJAN, H.; EGLI, D. B. Single seed conductivity and seedling emergence in soybean. *Seed Science & Technology*, Zurich, v. 29, n. 3, p. 575-586, 2001.

HAMPTON, J. G. Conductivity test. In: Seed Vigour Testing Seminar. Copenhagen: International Seed Testing Association, Vigour Test Committee, 1995. P. 10-25.

HEPBURN, H. A.; POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 12, n. 2, p. 403-413, 1984.

HILST, P. C. *Teste de coloração de exsudatos para avaliação da viabilidade de sementes de café (Coffea arabica L.)*. 2009. Dissertação de Mestrado. Pós Graduação em Fitotecnia Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2009.

IBM SPSS. IBM corp. 2011. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 20.0. Armonk, NY: IBM corp. 2011.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for seed Testing. Seed Science and Technology, Zurich, v. 24, 1996. 336p.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for seed Testing. Handbook of vigour test methods. 3. ed. ISTA, Zurich, 1995. 117p.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for seed Testing. Seed Science and Technology, v. 27, 1999. 333p.

IVANI, S. A.; SILVA, B. M. S.; OLIVEIRA, C.; VITTIMÔRO, F. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de castanheira (*Terminalia catappa* L. – combretaceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, SP, v. 30, n. 2, p. 517-522, 2008.

KOOSTRA, P.; HARRINGTON, J. Biochemical effects of age on membranal lipids of *Cucumis sativus* L. seed. *Proceedings International Seed Testing Association*, Copenhagen, v. 4, p. 329-340, 1973.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. *Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas*. Informativo ABRATES, Londrina, v. 1, n. 2, p.15-20.1991.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANCANETTO, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: Conceitos e Testes*. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

LABOURIAU, L. G. Revisão da situação da ecologia vegetal nos cerrados. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 38, n. 5, p. 5-38, 1966.

LENZ, G. F.; SIMSEN, V. L.; DUARTE, R. A.; MARTIN, C. A.; MARINS, A. C. Determinação da umidade do milho utilizando o método estufa. III ENDICT. Encontro de Divulgação Científica e Tecnológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. ISSN 2176-3046. *Anais...*, UTFPR, 2011.

LIMA JUNIOR, M. J. V. *Manual de procedimentos para análise de sementes florestais*. 146p. UFMA, 2010. Manaus – Amazonas, Brasil.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. *Análise de sementes de hortaliças*. Circular Técnica (83). Embrapa Hortaliças. Brasília, 2009.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. v. 1 / 5^o ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2008.

LUNA, T.; WILKINSON, K. ; DUMROESE, R. K. 2009. 8: Seed germination and sowing options. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D., editors. *Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries - Volume 1: Nursery management*. Agriculture Handbook 730. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. p. 133- 151.

LUZ, R. P.; CARVALHO, B. O.; CARVALHO, M. L. M.; FERREIRA, V. F.; BÁRBARA, C. N. V. Análise de imagens radiográficas na avaliação da qualidade de sementes de girassol. In: XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA. *Anais...*, Lavras – MG, 27 de setembro a 01 de outubro de 2010. Universidade Federal de Lavras. 2010.

MACIEL, C. G.; BOVOLINI, M. P.; FINGER, G.; POLLET, C. S.; MUNIZ, M. F. B. Avaliação de temperaturas e substratos na germinação de sementes de Jacaranda mimosifolia D. Don. *Floresta e Ambiente*, v. 20, n. 1, p. 55-61, 2013. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.070>.

MACHADO, C. F. *Metodologia para a condução do teste de germinação e utilização de raios-x para a avaliação da qualidade de sementes de aroeira-branca (Lithraea molleoides (Vell.) Engl.)*. Piracicaba, ESALQ/USP. Dissertação de mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

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

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba, SP. Ed. Fealq, 2005, v.12. 495p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). *Teste de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

MARCUS FILHO, J.; GOMES JUNIOR, F. G.; BENNETT, M. A.; WELLS, A.; STIEVE, S. Using tomato analyzer software to determine embryo size in x-rayed seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 2, p. 146-153, 2010.

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de jacarandá- da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell) Fr. All. Ex. Benth.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 271-278, 2002.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial nas plântulas de palmito – vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernades – Palmae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n. 1, p. 164- 173, 1999.

MARTINS NETTO, D. A.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 17, n. 1, p. 75-80, 1995.

MARTINS, R. C. C. *Germinação e crescimento inicial de três espécies pioneiras do bioma cerrado no Distrito Federal, Brasil*. Viçosa: UFV, 2004. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, 2004.

MASETTO, T. E.; FARIA, J. M. R.; QUEIROZ, S. E. Avaliação da qualidade de sementes de cedro (*Cedrella fissilis* – Meliaceae) pelo teste de raios X. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 6, p. 1-7, 2008.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina variegata* L. *Ciência Florestal*, v. 21, n. 4, p. 619-627, 2011.

MATOS, J. M. M. *Avaliação da eficiência do teste de pH de exudato na verificação de viabilidade de sementes florestais*. 2009. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília – UnB.

MATOS, J. M. M.; MARTINS, R. C. C.; MARTINS, I. S. Caracterização do teste de pH de exsudato pelo método individual para avaliação da viabilidade de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. *Heringeriana*, Brasília, v. 3, n.1, p. 81-87, 2009.

MATTOS, P. P.; MEDEIROS, A. C. S. *Uso de raios x na avaliação de sementes de pata-de-vaca (Bauhinia forficata) e erva-mate (Ilex paraguariensis)*. Embrapa Floresta. Nota técnica, ISSN 1517-5022. N° 88, p. 1-3, 2000.

MELO, P. R. B.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, B. O. Aplicação do teste de raios x no estudo da morfologia interna e da qualidade fisiológica e da qualidade fisiológica de aquênios de arnica (*Lychnophara pinaster* Mart.). *Revista brasileira de Sementes*, v. 31, n° 2, p. 146-154, 2009.

MENEZES, L. M. On line. 2013. *Testes rápidos para avaliação da qualidade das sementes*. Sementes. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais, UFSM. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/sementes/trapidros.htm>>. Acessado em: 15 de abril de 2013.

MENEZES, N. L.; CÍCERO, S. M.; VILLELA, F. A. Identificação de fissuras em sementes de arroz após a secagem artificial, por meio de raios x. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, p. 1194-1196, 2005.

MORA, A. L.; PINTO JUNIOR, J. E.; FONSECA, S. M.; KAGEYAMA, P. Y. *Aspectos da produção de sementes de espécies florestais*. IPEF – Série Técnica. Piracicaba, v. 2, n. 6, p. 1- 60, 1981.

MORAES, M. H. D. Análise sanitária de sementes tratadas. In: VII Simpósio Brasileiro de Patologia de sementes, 8., 2004. *Anais...* João Pessoa, 2004. p. 99.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. Nature, London, v. 403, p. 853- 858, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desenvolvimento das plântulas. In: KRZYZANOSWSKI, F. C. H.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap. 2, p. 2 – 24, 1999.

NETTO, D. A. M.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 17, n. 1, p. 75-80, 1995.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. *Extração e beneficiamento de sementes florestais nativas*. Circular Técnica, Colombo: Embrapa Floresta, n° 131, 2007.

NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O.; GURGEL, G. B.; NASCIMENTO, I. L. N. Diferentes temperaturas e substratos para germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. *Revista Ciências Agrárias*, v. 56, n. 2, p. 95- 98, 2003. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.015>

OHLWEILER, O. A. *Química analítica quantitativa*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos científicos, vol 2, p. 409-420, 1974.

OLIVEIRA, A. K. M.; FARIAS, G. C. Efeito de diferentes substratos na germinação de sementes de *Terminalia argentea* (Combretaceae). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 320-323, 2009.

OLIVEIRA, A. K. M.; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex. s. Moore. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 25-32, 2006.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas florestais. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA- RODRIGUEZ, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, p.175-214, 1993.

OLIVEIRA, L. M. *Avaliação da qualidade de sementes de canafístula (Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert) pelo teste de germinação, tetrazólio e raios x*. 2000. 111f. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. A utilização do teste de raios-X na avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). *Revista Brasileira de Sementes*, 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 Nichi. e *T. impetigiosa* (Martius ex A. P. de Candolle Standley) – (Bignoniaceae) pelo teste de raios x. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília-DF, v.26, n. 2, p.138-143, 2004.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. *Teste de germinação de sementes de Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Fabaceae. Floresta, Curitiba, PR, v.38, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, P. E. A. M.; MOREIRA, A. G. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.15, n.2, p.163-174, 1992.

PESKE, S. T.; AMARAL, S. pH of seed exudates as a rapid physiological quality test. *Seed Science & Tecnology*, Zurich, v. 22, n. 3, p. 641-644, 1994.

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

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Tecnologia de sementes: Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. *Germinação – do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-282.

PINTO, T. L. F.; MARCUS FILHO, J.; FORTI, V. A.; CARVALHO, C.; GOMES JUNIOR, F. G. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelos teste de tetrazólio e de raios x. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 2, p. 195-201, 2009.

POWELL, A. A. Seed improvement by selection and invigoration. *Sicientia Agricola*, Piracicaba, v. 55, p. 126-133, 1998.

PUPIM, T. L.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CARVALHO, M. L. M.; CICERO, S. M. Adequação do teste de raios x para avaliação da qualidade de sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, n. 2, p. 28-32, 2008.

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galerias*. Embrapa Cerrados, Brasília, 2001. 899p.

RIBEIRO, U. P. *Condicionamento fisiológico de sementes de algodão: efeitos sobre a germinação, vigor, atividade enzimática e armazenamento*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras. 79p. Lavras: UFLA, 2000.

ROSA, T. D.; SEGALIN, S. R.; FUZZER, F. A.; BARZOTTO, F.; CABRERA, I.; HAESBAERT, F.; MERTIZ, L. M. Teste de condutividade elétrica individual em sementes de soja e a relação com emergência de plântulas a campo. CIC UFPelotas. 21º Congresso de Iniciação Científica. *Anais*. 2012. Universidade Federal de Pelotas, 2012.

SAEG – Sistema para análise estatística. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa. UFV – Viçosa, 2007.

SALOMÃO, A. N.; EIRA, M. T. S.; CUNHA, R.; SANTOS, I. R. I.; MUNDIM, R. C.; REIS, R. B. *Padrões de germinação e comportamento para fins de conservação de sementes de espécies autóctones: madeiras, alimentícias, medicinais e ornamentais*. Embrapa CENARGEN. Brasília, Comunicado Técnico, n. 3, p. 1-17, 1997.

SALOMÃO, A. N.; SANTOS, I. R. I.; CUNHA, R. Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado. Brasília, Ed. *Rede de Sementes do Cerrado*. 2003. 96p.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Cerrados: Brasília – DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

SANTANA, D. C.; VIEIRA, M. G. G. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, M. S. Teste do pH do exsudato-fenolftaleína para rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, n. 1, p. 160-166, 1998.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. de. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs – Euphorbiaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 2, p. 136-145, 2005.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. *Informativo Abrates*, v. 20, n. 1,2 p. 39-44, 2010.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual. *Rede de Sementes do Pantanal*, v. 2. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2006. 59p.

SCHUAB, S. R. P.; BRACCINI, A. L.; FRANÇA NETO, J. B.; SCAPIM, C. A.; MESCHEDÉ, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. *Acta Scientia Agronômica*, Maringá, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006,

SILVA, D. G.; CALDEIRA, C. M.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, L. M.; KATAOKA, V. Y.; SOUZA, L. A. Avaliação da qualidade de sementes de mamona pelo teste de raios x. In: XX CIUFLA, 2007, Lavras, MG. XX CIUFLA, 2007.

SILVA, J. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Autocorrelação espacial em populações natural de *Terminalia argentea* Mart et Succ. No cerrado de Selvíria, MS. *Scientia Forestalis*, n. 66, p. 94-99, 2004.

SILVA, C. D.; PAZETO, M. S. R.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity and mineral composition of the imbibition solution of bean seeds during storage. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 36, n. 2, p. 147-155, 2012. On line. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542012000200002>.

SILVA, F. F. S.; DANTAS, B. F. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (sapotaceae) de diferentes procedências. *Revista Sodebras*, v. 8, n. 90, p. 40-43, 2013.

SILVEIRA, M. A. M.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 31-37, 2002.

SIMAK, M. *Testing of forest tree and shrub seeds by x-radiography*. Tree and shrub Seed Handbook. Zurich: ISTA, 1991.

SIMAK, M.; BERGSTEN, U.; HENRIKSSON, G. Evaluation of ungerminated seeds at the end of germination test by radiography. *Seed Science and Technology*, v. 17, n. 2, p. 361-369, 1989.

SIMAK, M.; GUSTAFSSON, Å. X-ray photography and sensitivity in Forest tree species. *Hereditas*, v. 39, p. 458-468, 1953.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Papilionidae). *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.25, n.2, p.48-52, 2003.

SOTO, G. J. L.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) Burkart. fabaceae-momosoideae. *Revista Árvore*, v. 33, n. 4, p. 625-634, 2009.

SOUZA, L. A. *Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade de sementes de mamona*. Lavras – UFLA. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, 2007.

SOUZA, L. A.; MESQUITA, H. A.; ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. Utilização de raios x na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vog). *Informativo Abrates*, v. 15, n. 1, 2 e 3, p. 284, 2005.

SOUZA, L. A.; REIS, D. N.; SANTOS, J. P.; DAVIDE, A. C. Uso de raios x na avaliação da qualidade de sementes de *Platypodium elegans* Vog. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 343-347, 2008.

SOUZA, S. M.; LIMA, P. C. F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.7, n.2, p.93-99, 1985.

STEERE, W. C.; LEVENGOOD, W. C.; BONDIE, J. M. Na electrical analyser for evaluating seed germination and vigour. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 9, n. 2, p. 567-576, 1981.

STURIÃO, W. P.; LANDGRAF, P. R. C.; ROSA, T. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de palmeira jerivá pelo teste de raios x. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 1, p. 213-218, 2012.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. *Manual das sementes: tecnologia da produção*. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1977.

TONETTI, O. A. O.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (D.C) Mac Leisch. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 1, p. 114-121, 2006.

VASCONCELOS, E. S.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D. Estimativas de parâmetros genéticos da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 1, p. 65-76, 2012. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n1p65.

VECHIATO, M. H. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_3/SementesFlorestais/qualidadesanitaria>. Acesso em: 31/01/2013.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Teste de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ed.) *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANCA-NETTO, J. B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap. 4, p.1-26, 1999.

WETZEL, M. M. V. S. *Época de dispersão e fisiologia de sementes do cerrado*. Tese (1997). Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia. UnB, 1997.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Rosana de Carvalho Cristo Martins

Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade de Brasília (1984), mestre em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (1990) e doutora em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2004). Atualmente é professora associada II da Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Sementes Florestais, atuando principalmente nos seguintes temas: tecnologia de sementes de espécies arbóreas nativas do cerrado, produção de mudas em viveiro florestal, recuperação de áreas degradadas através de sementes e mudas, etnobotânica, educação ambiental e gestão florestal.

Ildeu Soares Martins

Graduado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (1983), mestre em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (1989) e doutor em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (1999). Atualmente é professor associado da Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Genética e Melhoramento Florestal, atuando principalmente nos seguintes temas: melhoramento florestal, tecnologia de sementes, parâmetros genéticos, vigor de sementes e sementes do cerrado.

Juliana Martins de Mesquita Matos

Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade de Brasília (2006). Mestre em Ciências Florestais pela Universidade de Brasília (2009). Doutora em Ciências Florestais pela Universidade de Brasília (2014) com ênfase em sementes florestais. Licenciada em Pedagogia (2015). Tem pós-doutorado em Agronegócio, pela FAV- UnB (2018). MBA em Direito Ambiental pelo Centro Universitário Uninter (2018). Consultora da Embrapa Cenargen na estruturação do Espaço Educacional Caminho Sustentável (Circuito Educacional para divulgação científica) (2011-2013). Assistente da Gerência de Educação Ambiental do Jardim Botânico de Brasília(2009). Colaboradora técnica do Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia e Agricultura Orgânica da UnB (2015-2018). Instrutora do Curso de Sensibilização Ambiental do MPDFT aplicado aos apenados de ilícitos ambientais (2017-2018).