

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**

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 $\mu\text{S/g/cm}^3$.

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.