

TESTE DE RAIOS X PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE IPÊ-ROXO¹

JULIA BISSOLI DO AMARAL², LEILA MARTINS³, VICTOR AUGUSTO FORTI⁴,
SILVIO MOURE CÍCERO⁵, JULIO MARCOS FILHO⁵

RESUMO - Em espécies multiplicadas comercialmente via sementeira indireta, como várias essências florestais, a utilização de sementes de alto potencial fisiológico é imprescindível para garantir o desenvolvimento e estabelecimento adequado das plantas no campo. Assim, diversas técnicas têm sido utilizadas para avaliar a integridade das sementes e, dentre elas, o teste de raios X. O objetivo no trabalho foi avaliar o potencial fisiológico das sementes de ipê roxo (*Tabebuia heptaphylla*), após separação por cor e tamanho, por meio dos testes de raios X e de germinação. As sementes foram classificadas pela cor, utilizando carta de cor de Munsell, e tamanho, utilizando peneira de crivos oblongos, obtendo-se materiais das frações amarelo-claro maiores, amarelo-claro menores, amarelo-escuras maiores, amarelo-escuras menores, mistura de amarelo-claro maiores, amarelo-claro menores e amarelo-escuro maiores e testemunha (sem classificação). Em seguida, as sementes das diferentes frações, foram submetidas a avaliações da integridade física e viabilidade, por meio de teste de raios X e de germinação, respectivamente. Adotou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições, comparando-se as médias pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). O teste de raios X é eficiente na avaliação da morfologia interna de sementes de ipê-roxo e sua relação com o potencial fisiológico. A coloração e o tamanho das sementes de ipê-roxo influenciam o potencial fisiológico das mesmas.

Termos para indexação: *Tabebuia heptaphylla*, análise de imagens, sementes florestais, produção de mudas.

X-RAY TEST TO EVALUATE THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF *Tabebuia Heptaphylla* SEEDS

ABSTRACT – The use of seeds with a high physiological potential is essential to guarantee proper field establishment and seedling development. Several techniques have been used to evaluate seed quality including the X-ray test. The objective of this study was to evaluate the physiological potential of *Tabebuia heptaphylla* seeds with X-ray and germination tests after grading by color and size. Seeds were classified using the Munsell color chart and screens, in light-yellow larger, light-yellow smaller, dark-yellow larger, dark-yellow smaller, mixture of light-yellow larger, light-yellow smaller and dark-yellow larger and control. Seeds from

¹Submetido em 02/09/2010 e aceito para publicação em 13/04/2011. Trabalho realizado com auxílio financeiro da FAPESP.

²Eng. Agrícola, Pós-Graduada em Gestão Integrada, UNISAL, email: julibamaral@gmail.com

³Eng. Agrônoma, Dr., Laboratório Central de Sementes e Mudanças, Departamento de Sementes Mudanças e Matrizes – CATI. Caixa Postal 962,

CEP 13070-178, Campinas, SP, Brasil, email: leila@cati.sp.gov.br

⁴Eng. Agrônomo, M.S., Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, USP/ESALQ, email: viaugu@yahoo.com.br; autor para correspondência.

⁵Eng. Agrônomo, Dr., Professor Titular, Departamento de Produção Vegetal, USP/ESALQ, bolsista do CNPq, Caixa Postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil, e-mail: smcicero@esalq.usp.br, jmarcos@esalq.usp.br

different fractions were then submitted to X-ray and germination tests. The experimental design was completely randomized with six treatments and five replications and mean values were compared by the Scott-Knott test ($\leq 5\%$). Results showed that the X-ray test effectively evaluates the internal morphology of *Tabebuia heptaphylla* seeds and its relationship with physiological potential. Seed color and size affect the physiological potential of *Tabebuia heptaphylla* seeds.

Index terms: *Tabebuia heptaphylla*, image analysis, forest seeds, seedling production.

INTRODUÇÃO

O ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo), espécie popularmente conhecida como ipê-roxo-de-sete-folhas e ipê-preto, é uma Bignoniaceae de porte arbóreo, alcançando entre 10 e 20 m de altura; seu florescimento é abundante e, com a queda das folhas, maciças e vistosas florações proporcionam um efeito paisagístico de rara beleza. Além disso, tem importante valor econômico considerando-se a durabilidade e a resistência de sua madeira utilizada em construções e confecções de vigas e assoalhos (Lorenzi, 2002) e tem sido indicada para trabalhos de restauração de ecossistemas florestais (Resolução da Secretaria de Meio Ambiente N° 47 de 26 de novembro de 2003) e de paisagismo. Dessa forma, a utilização de sementes é alta de qualidade na formação de mudas é de suma importância e merece destaque, visto que a multiplicação se dá essencialmente por via sexuada.

Para a avaliação do potencial fisiológico em sementes florestais, o teste de germinação pode ser um entrave, considerando a variabilidade genética que essas espécies apresentam e o longo tempo demandado para a obtenção dos resultados (Masetto et al., 2008). Uma das técnicas empregadas na análise de sementes é a de raios X, cujo estudo foi iniciado na Suécia, em 1953, por Simak e Gustafsson, com sementes de *Pinus sylvestris* L. Posteriormente, o teste tem sido utilizado e aperfeiçoado, uma vez que possibilita a obtenção de informações sobre a ocorrência de sementes mal formadas e vazias, as quais podem influenciar os resultados de germinação. O teste de raios X também possibilita a visualização da posição, forma e danificações que ocorrem no eixo embrionário das sementes (Cícero et al., 1998; Carvalho et al. 1999; Obando Flor, 2000); considerado um método rápido e não destrutivo, é indicado desde os anos 80 pela ISTA –

“International Seed Testing Association” (ISTA, 2009).

Essa técnica vem sendo aprimorada e já foi comprovada a sua eficiência na identificação de características invisíveis a olho nu em sementes de *Cedressa fissilis* Vell. (Masetto et al., 2008); *Peltophorum dubium* (Oliveira et al., 2003) e *Lithraea molleoides* (Machado e Cícero, 2003). Esses autores, adicionalmente, salientaram que o descarte de sementes danificadas pode melhorar a germinação do lote. O uso do teste de raios X, em sementes do gênero *Tabebuia*, pode trazer contribuições tecnológicas, já que aspectos morfológicos dessas sementes impedem a visualização de embriões defeituosos ou mesmo de sementes vazias (Oliveira et al., 2004).

Durante o processo de maturação, as sementes passam por modificações físicas, bioquímicas e fisiológicas, influenciadas por fatores genéticos e ambientais até atingir o ponto de maturidade fisiológica, cuja identificação é importante para definir o momento de colheita de espécies colhidas manualmente (Carvalho e Nakagawa, 2000). Exames visuais permitiram observar que existe variabilidade de coloração e tamanho nas sementes de *T. heptaphylla*; dessa forma, variáveis como tamanho, densidade, forma, textura e coloração, utilizadas nas separações realizadas durante o beneficiamento, podem constituir indicativos do potencial fisiológico das sementes (Vaughan et al., 1976). Por exemplo, Gemarque et al. (2002) observaram máxima germinação e vigor em sementes de *Tabebuia impetiginosa* de cor verde-amarelo-amarronzadas e frutos verde com pontos arroxeados.

Assim, o objetivo dos autores com este trabalho foi o de avaliar o potencial fisiológico das sementes de ipê roxo, por meio dos testes de raios X e de germinação, após classificação em frações de diferentes tamanhos e colorações.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório Central de Sementes e Mudas do Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes (LCSM/DSMM) da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), em Campinas - SP e Laboratório de Análise de Imagens da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP/ESALQ, em Piracicaba – SP, com sementes provenientes do Núcleo de Produção de Mudas de Pederneiras (DSMM/CATI), em Pederneiras – SP.

Os frutos foram coletados maduros, quando apresentavam coloração verde-amarelo-amarronzada e as vagens estavam ainda fechadas, de quinze plantas-matrizes e colocados em ambiente sombreado para secagem e posterior extração das sementes. A seguir, as sementes foram separadas pela cor, com o uso de carta de cor de Munsell, e pelo tamanho, utilizando peneiras, constituindo seis tratamentos: T1 - população inicial (testemunha); T2 - amarelo-claro maiores (tonalidade mais clara em relação à cor padrão 10YR 5/3 e que ficaram retidas em peneira com crivos oblongos de 4,73 mm de largura e 16,60 mm de comprimento); T3 - amarelo-claro menores (tonalidade mais clara em relação à cor padrão 10YR 5/3 e que passaram em peneira de crivo oblongo com 4,73 mm de largura e 16,60 mm de comprimento); T4 - amarelo-escuro maiores (tonalidade igual ou mais escura em relação à cor padrão 10YR 5/3 e que ficaram retidas em peneira com crivo oblongo de 4,73 mm de largura e 16,60 mm de comprimento); T5 - amarelo-escuro menores (tonalidade igual ou mais escura em relação à cor padrão 10YR 5/3 e que passaram por peneira de crivo oblongo de 4,73 mm de largura e 16,60 mm de comprimento); T6 - mistura dos tratamentos T2, T3 e T4. As sementes maiores, após separação apresentavam, em média, 23,8 mm de comprimento, 4,9 mm de largura, 1,1 mm de espessura e massa de mil sementes de 24,28 g; as sementes menores, 19,4 mm de comprimento, 4,3 mm de largura, 1,0 mm de espessura e massa de mil sementes de 11,79 g.

Após a obtenção de todos os tratamentos, as sementes foram submetidas a testes de raios X e de germinação.

Raios X: cinco sub-amostras de 30 sementes, para cada tratamento, foram colocadas em alvéolos individualizados de uma placa de acrílico e submetidas à radiação com intensidade de 10kv durante 300 segundos aos 57 cm da fonte emissora, utilizando aparelho Faxitron X-ray, modelo MX-20, para a obtenção das radiografias.

As sementes foram numeradas de acordo com a posição ocupada na placa de acrílico, de maneira que pudessem, posteriormente, ser identificadas na condução do teste de germinação. Os filmes radiográficos foram revelados em uma reveladora automática Hope X-Ray, modelo 319 MicroMax e, a seguir, as imagens foram capturadas por um Scanner Umax, modelo Powerlook 1100, para a ampliação e melhor visualização no computador. A seguir, para a avaliação das imagens obtidas por meio do teste de raios X, foi considerado o preenchimento da cavidade embrionária das sementes conforme critério apresentado a seguir.

- Nota 1: cavidade embrionária totalmente preenchida, com eixo embrionário e cotilédones bem formados.
- Nota 2: cavidade embrionária com mais de 50% de preenchimento, com eixo embrionário e cotilédones bem formados.
- Nota 3: cavidade embrionária com mais de 50% de preenchimento, com eixo embrionário e, ou cotilédones mal formados.
- Nota 4: cavidade embrionária com menos de 50% de preenchimento, com eixo embrionário e cotilédones bem formados.
- Nota 5: cavidade embrionária com menos de 50% de preenchimento e com eixo embrionário e, ou cotilédones mal formados.
- Nota 6: cavidade embrionária vazia.

Germinação: as sementes provenientes do teste de raios X foram distribuídas em 15 grupos de 10, sobre duas folhas de papel-toalha, no terço superior do substrato, cobertas com mais uma folha de papel-toalha e enroladas. As folhas de papel foram umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa das mesmas. Os rolos foram mantidos aos 25 °C em câmara BOD com 8 horas de luz e 16 horas de escuro. As avaliações foram feitas aos 11, 16 e 28 dias após a instalação do teste e os dados de germinação foram expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições, com as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 5\%$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo exame das imagens de raios X das sementes de *T. heptaphylla*, na Tabela 1, observa-se que

a maioria das sementes classificadas com notas 1 (cavidade embrionária totalmente preenchida, com eixo embrionário e cotilédones bem formados (Figura 1a) ou 2 (cavidade embrionária com mais de 50% de preenchimento, com eixo embrionário e cotilédones bem formados) originaram plântulas normais, independentemente do tratamento (Figura 1b). Conforme Burg et al. (1994), algumas sementes que apresentam características normais no teste de raios X (Figura 1a), podem apresentar problemas na germinação, possivelmente por infecções invisíveis com microrganismos e sementes fisiologicamente comprometidas ou mortas, devido à deterioração. Adicionalmente, de acordo com Socolowski et al. (2008), as sementes que emitiram a raiz primária e não formaram plântulas normais poderiam estar em estágio inicial de perda de viabilidade. Copeland (1976) e Simak et al. (1989), relataram que apesar do teste de raios-X não ser específico para avaliar viabilidade, ele pode revelar danos morfológicos que podem afetar o potencial fisiológico.

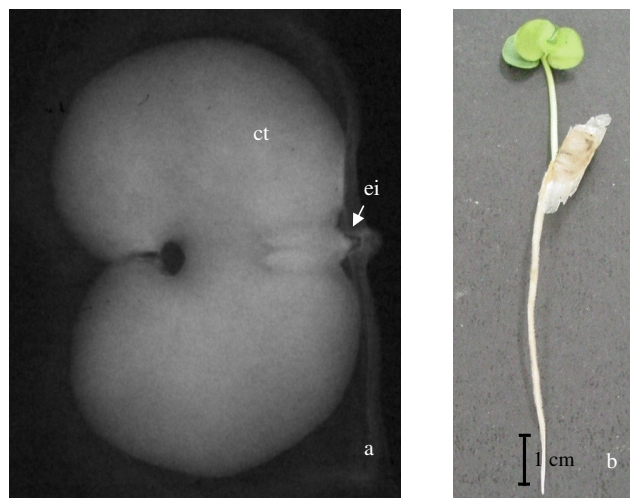


FIGURA 1. Semente de ipê-roxo avaliada por meio do teste de raios X, com a cavidade embrionária totalmente preenchida e com eixo embrionário e cotilédones bem formados (a) originando uma plântula normal (b). ct – cotilédone; ei – eixo embrionário.

TABELA 1. Germinação (plântulas normais e notas 1 e 2 atribuídas às imagens das sementes no teste de raios X) em sementes de ipê-roxo separadas por coloração e tamanho (T1-testemunha, T2 – sementes amarelo-claro maiores, T3 – sementes amarelo-claro menores, T4 – sementes amarelo-escuro maiores, T5- sementes amarelo-escuro menores e T6 - mistura dos tratamentos T2, T3 e T4).

Tratamentos	Germinação (%)	
	Plântulas normais	Notas 1 e 2
T1	61 a	68 b
T2	73 a	83 a
T3	51 b	55 b
T4	46 b	64 b
T5	63 a	71 b
T6	75 a	82 a
CV (%)	16,84	16,11

Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 2, onde estão os dados das sementes classificadas com notas 3 (cavidade embrionária com mais de 50% de preenchimento, com eixo embrionário e, ou cotilédones mal formados) e 4 (cavidade embrionária com menos de 50% de preenchimento, com eixo embrionário e cotilédones bem formados), verifica-se que a maioria destas originou plântulas anormais. As sementes amarelo-escuro maiores (T4) apresentaram os maiores valores de plântulas anormais e de sementes classificadas com notas 3 e 4, diferindo dos demais tratamentos. Na Figura 2a observa-se a imagem de uma semente classificada como nota 3, originando uma plântula anormal após o teste de germinação (Figura 2b).

Já a Tabela 3 mostra que praticamente todas as sementes caracterizadas com notas 5 (cavidade embrionária com menos de 50% de preenchimento e com eixo embrionário e, ou cotilédones mal formados) ou 6 (cavidade embrionária vazia) originaram sementes mortas. Conforme Socolowski et al. (2008), a massa das sementes é um indicador de sua qualidade fisiológica e as imagens de raios X são importantes para a observação da qualidade física das sementes, ocorrência similarmente constatada por Masetto et al.(2007) nas imagens de *Eugenia pleurantha*. A Figura

3a representa uma semente classificada com a nota 6 originando, após o teste de germinação, uma semente morta (Figura 3b). Assim, de forma semelhante ao observado por Oliveira et al. (2004) em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley, o teste de raios X foi eficiente na avaliação do potencial fisiológico em sementes de ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*) e os defeitos internos detectados nas radiografias afetaram a germinação, reduzindo a qualidade do lote.

Em relação ao método estabelecido para a classificação das sementes, por cor e peneira, verifica-se que os tratamentos 3 (sementes amarelo-claro menores) e 4 (sementes amarelo-escuro maiores) foram os que apresentaram valores inferiores de plântulas normais (Tabela 1), sendo que as sementes do tratamento 3 tiveram valores superiores na classificação com notas 5 e 6, originando sementes mortas (Tabela 3). Dessa forma, os resultados mostraram que a coloração das sementes pode indicar o grau de maturidade fisiológica. Como observado nos dados do teste de raios X, as sementes amarelo-claro menores apresentaram alta porcentagem de sementes com eixo embrionário mal formado, sugerindo menor potencial fisiológico em relação às demais sementes.

TABELA 2. Germinação (plântulas normais e notas 3 e 4 atribuídas às imagens das sementes no teste de raios X) de sementes de ipê-roxo separadas por coloração e tamanho (T1-testemunha, T2 – sementes amarelo-claro maiores, T3 – sementes amarelo-claro menores, T4 – sementes amarelo-escuro maiores, T5- sementes amarelo-escuro menores e T6 - mistura dos tratamentos T2, T3 e T4).

Tratamentos	Germinação (%)	
	Plântulas anormais	Notas (3 e 4)
T1	3 b	4 b
T2	2 b	3 b
T3	1 b	0 b
T4	16 a	10 a
T5	2 b	2 b
T6	3 b	1 b
CV (%)	67,07	87,17

Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

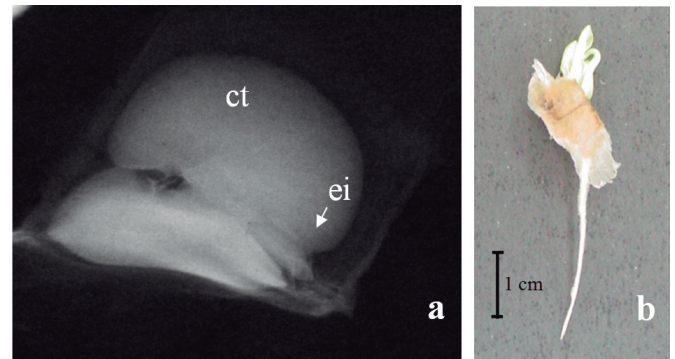


FIGURA 2. Sementes de ipê-roxo avaliada por meio do teste de raios X, com mais que 50% da cavidade embrionária preenchida e com comprometimento de um dos cotilédones (a) originando uma plântula anormal (b). ct – cotilédone; ei – eixo embrionário.

TABELA 3. Germinação (sementes mortas e notas 5 e 6 atribuídas às imagens das sementes no teste de raios X) de sementes de ipê-roxo separadas por coloração e tamanho (T1-testemunha, T2 – sementes amarelo-claro maiores, T3 – sementes amarelo-claro menores, T4 – sementes amarelo-escuro maiores, T5- sementes amarelo-escuro menores e T6 - mistura dos tratamentos T2, T3 e T4).

Tratamentos	Germinação (%)	
	Sementes mortas	Notas (5 e 6)
T1	36 a	28 b
T2	25 a	14 b
T3	48 a	45 a
T4	38 a	26 b
T5	35 a	27 b
T6	22 a	17 b
CV (%)	33,90	43,87

Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

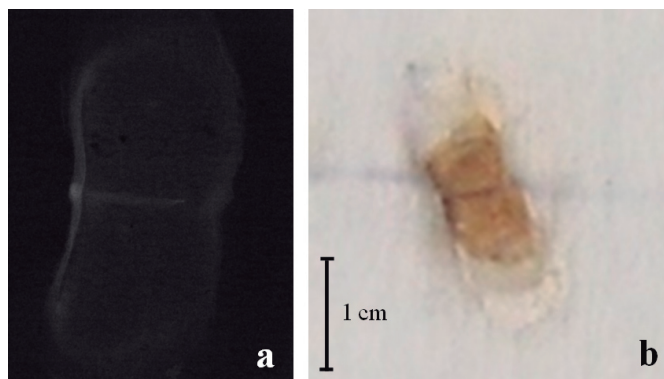


FIGURA 3. Semente de ipê-roxo avaliada por meio do teste de raios X, com a cavidade embrionária totalmente vazia (a) e semente morta ao final do teste de germinação (b).

Lopes et al. (2005) em seus estudos com sementes de *Tibouchina granulosa* observaram que o tamanho dos frutos e a coloração das sementes são indicadores do ponto de maturidade fisiológica. Adicionalmente, Martins e Silva (1997) relataram que o grau de umidade e a massa da matéria seca foram os parâmetros que melhor caracterizaram a maturidade fisiológica em sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All.ex Benth.

Assim como Socolowski et al. (2008) observaram em sementes de *Tecoma stans*, as imagens de raios X em sementes de *Tabebuia heptaphylla* permitiram visualizar o grau de desenvolvimento dos embriões, possibilitando observar anomalias embrionárias, que provavelmente tiveram origem durante a maturação dos frutos.

CONCLUSÕES

- O teste de raios X é eficiente para avaliar a morfologia interna de sementes de ipê-roxo e sua relação com o potencial fisiológico.
- A coloração e o tamanho das sementes de ipê-roxo influenciam o potencial fisiológico das mesmas.

REFERÊNCIAS

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.

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

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

CARVALHO, M.L.M.; VAN AELST, A. C.; VANECK, J. W.; HOEKSTRA, F. A. Pre harvest stress cracks in maize (*Zea mays* L.) kels as characterized by visual, X-ray and low temperature scanning electron microscopical analysis: effect on kernel quality. **Seed Science Research**, v.9, n.3, p. 227-236, 1999.

CICERO, S. M.; VANDER HEIJDEN, G. W. A. M. ; VANDER BURG, W. J.; BINO. R.J. Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, v.26, n.3, p.603-612, 1998.

COPELAND, L.D. **Principles of seed science and technology.** Minneapolis: Burges Publishing Company, 1976. 369p.

GEMARQUE, R.C.R.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Cerne**, v.8, n.2, p.32-40, 2002. Disponível em <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/744/74480207.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2011.

ISTA - INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. **Seed Science and Technology.** Zurichstr.50, edition 2009.

LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; PEREIRA, M.D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8, p.811-816, 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n8/a12v40n8.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2011.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** 2. ed. São Paulo: Nova Odessa, 2002. v.2. 384p.

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. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v60n2/15344.pdf>>.

MARTINS, S.V.; SILVA, D.D. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All.ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.96-99, 1997. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista/>>

artigos/1997/v19n1/artigo18.pdf>.

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. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000600004>.

MASETTO, T.E.; DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A.; FARIA, J.M.R. Avaliação da qualidade de sementes de *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.170-174, 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222007000300020>.

MUNSELL COLOR COMPANY. Macbeth, Division of Kolmorgen Instruments Corporation. Munsell. **Soil Color Charts**, New Windsor, 1994. 1v.

OBANDO FLOR, E.P. **Danos internos de secagem avaliados pelo teste de raios X e seus efeitos na qualidade de sementes de milho armazenadas**. 2000. 62f. Dissertação (Mestrado) – 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. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v25n1/19639.pdf>>.

OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; GUIMARÃES, R.M.; MASETTO, T.E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley – (Bignoniaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.138-143, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222004000200019&lng=en&nrm=iso&tlng=ptpt>.

SIMAK, M.; BERGSTEN, U.; HENRIKSSON, G. Evaluation of ungerminated seeds at the end of germination test by radiography. **Seed Science and Technology**, v.17, p.361-369, 1989.

SOCOLOWSKI, F.; CÍCERO, S.M. Caracterização morfológica de embriões por imagens de raios X e relação com a massa e a qualidade fisiológica de sementes de *Tecoma stans* L. Juss ex Kunth (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.200-208, 2008. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n2/a25v30n2.pdf>>.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 195p.