

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
ISSN (on line) 1981-0997
v.7, n.4, p.635-640, out.-dez., 2012
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br
DOI:10.5039/agraria.v7i4a1688
Protocolo 1688 - 15/07/2011 • Aprovado em 24/02/2012

Glauciana da M. Ataíde^{1,3}

Andressa V. Flôres^{2,4}

Eduardo E. de L. Borges¹

Rafael Tassinari Resende¹

Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull.

RESUMO

O amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tull.) é uma espécie florestal pertencente à família Leguminosae Caesalpinoidea, recomendada para reposição de áreas degradadas e arborização de vias urbanas e rodovias. O teste de condutividade elétrica é um teste de vigor de sementes, cuja medição dos exsudatos liberados durante sua condução reflete a integridade do sistema de membranas. O objetivo deste trabalho foi adequar a metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *P. nitens*. As sementes tiveram a dormência superada com ácido sulfúrico concentrado e, em seguida, foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 40 °C, por períodos de 0 (testemunha), 24, 48 e 72 horas, determinando-se a porcentagem e a velocidade de germinação; em seguida realizou-se o teste de condutividade elétrica em sementes envelhecidas por 48 horas e testemunha, avaliando-se três quantidades de sementes (25, 50 e 75), três volumes de água destilada (25, 50 e 75 mL) e três tempos de embebição (24, 48 e 72 horas) na comparação do vigor das sementes pelo teste de condutividade elétrica. O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo as médias das sementes envelhecidas comparadas à testemunha pelo teste de Tukey a 5% e os valores de condutividade elétrica correlacionados aos resultados do teste de germinação. O teste de condutividade elétrica correlacionou-se com o vigor das sementes submetidas ao envelhecimento artificial. Desta forma, a utilização de 50 sementes embebidas em 50 mL de água destilada durante 24 horas é recomendada para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes de *P. nitens*.

Palavras-chave: deterioração, qualidade fisiológica de sementes, sementes florestais, vigor

Adequacy of the methodology of electrical conductivity test for seeds of *Pterogyne nitens* Tull.

ABSTRACT

Pterogyne nitens Tull. is a forest species belonging to the family Leguminosae Caesalpinoidea, recommended for replacement of degraded areas and greening of urban roads and highways. The electrical conductivity test is a test of seed vigor, whose measurement of exudates released during their driving reflects the integrity of the membrane system. The objective of this study was to adapt the methodology of electrical conductivity test for seeds of *P. nitens*. The seed dormancy overcome with concentrated sulfuric acid and then were subjected to accelerated aging test at 40 °C for 0 (control), 24, 48 and 72 hours, determining the rate and speed of germination. Then, the electrical conductivity in seeds aged for 48 hours and witness was done, evaluating three quantities of seeds (25, 50 and 75), three volumes of distilled water (25, 50 and 75 mL) and three soaking (24, 48 and 72 hours) in the comparison of seed vigor for electrical conductivity. The experimental design was completely randomized with five replicates, and the mean aged seeds compared to the control by the Tukey test at 5% and electrical conductivity values correlated to the results of the germination test. The electrical conductivity test correlated with seed vigor subjected to artificial aging. Thus, the use of 50 seeds soaked in 50 ml distilled water for 24 hours is recommended to conduct the electrical conductivity in seeds of *P. nitens*.

Key words: deterioration, physiological quality of seeds, forest seeds, vigor

1 Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Florestal, Silvicultura, Laboratório de Análises de Sementes Florestais, Av pH Rolfs, s/n, CEP 36571-000, Viçosa-MG, Brasil. Fone: (31) 3899-2404. E-mail: glaucianadamata@yahoo.com.br; elborges@ufv.br; rafael.tassinari@ufv.br

2 Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cáceres, Av. dos Ramires, s/n, Distrito Industrial, CEP 78200-000, Cáceres-MT, Brasil. Fone: (65) 3221-2600. E-mail: andressaflouressm@yahoo.com.br

3 Bolsista de Doutorado do CNPq

4 Bolsista de Pós-doutorado Júnior do CNPq

INTRODUÇÃO

Devido ao fato de as primeiras mudanças físicas, bioquímicas e fisiológicas decorrentes da deterioração das sementes ocorrerem antes que se observe a perda da capacidade germinativa (Delouche & Baskin, 1973), vários testes têm sido desenvolvidos de modo a fornecer informações mais precisas, objetivas e rápidas, da qualidade das sementes.

Na condutividade elétrica se utiliza dos exsudatos presentes nas soluções aquosas das sementes embebidas para quantificar a desorganização das membranas celulares (Vieira & Krzyzanowski, 1999). Desta forma, várias metodologias têm sido propostas variando de acordo com a espécie, como para sementes de *Hordeum vulgare* (Tunes et al., 2008), *Ricinus communis* (Silva & Martins, 2009), *Albizia hassleri* (Gonzales et al., 2009), *Dictyoloma vandellianum* (Flávio & Paula, 2010) e *Triticum aestivum* (Marini et al., 2011) entre outras.

Com relação às espécies florestais nativas o teste de condutividade elétrica indicou progresso na deterioração de sementes de *Inga uruguensis* quando armazenadas em diferentes condições ambientais (Bilia et al., 1998) ou sementes de *Melanoxylon brauna* armazenadas ou envelhecidas artificialmente (Corte et al., 2010). O método foi também utilizado por Fonseca et al. (2005) na avaliação de sementes de *Tabebuia chrysotricha*, em que a maior e a menor qualidade dos lotes colhidos em diferentes estádios de maturação se correlacionaram com os resultados do teste de germinação.

O amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tull.) é uma espécie florestal perenifólia a semicaducifólia pertencente à família Leguminosae Caesalpinoidea, de ocorrência desde o Ceará até o Oeste do Estado de Santa Catarina, principalmente no Cerrado (Silva et al., 1995), tendo sido recomendada para reposição de áreas degradadas, arborização de vias urbanas e rodovias devido ao alto valor ornamental (Carvalho, 1994) também se encontra classificada como uma espécie em perigo de extinção (Nogueira et al., 1986; FAO, 1996).

Pelo longo tempo necessário para que se complete a germinação de suas sementes, este trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes variáveis envolvidas no teste de condutividade elétrica na determinação da qualidade fisiológica de sementes de *Pterogyne nitens*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes Florestais da Universidade Federal de Viçosa, no período de maio a julho de 2010, com sementes de *Pterogyne nitens* colhidas em abril de 2010. Durante o beneficiamento foram eliminadas as sementes imaturas, deterioradas ou danificadas, em que foram selecionadas e acondicionadas em tambores de fibra e só então armazenadas em câmara fria a 5 °C e 60% U.R., durante um mês, até a realização dos experimentos.

Após superação da dormência com ácido sulfúrico concentrado (95 a 99%) por 15 minutos, as sementes de *P. nitens* foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado na temperatura de 40 °C e 100% de umidade relativa do ar, por períodos de 0 (testemunha) a 24, 48 e 72 horas. Decorridos

esses períodos, as sementes envelhecidas (T_{24} , T_{48} e T_{72}) e sem envelhecimento (T_0) foram tratadas com o fungicida Captan a 0,5% por três minutos e em seguida colocadas para germinar sobre duas folhas de papel toalha (tipo germitest), em placas de Petri, por 10 dias, em câmara tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) com temperatura constante de 25 °C e luz constante, sendo a germinação determinada pela contagem diária das sementes que emitiram raiz.

Para cada período de envelhecimento foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes e, com base nos resultados preliminares do teste de germinação, selecionou-se o tempo de 48 horas de envelhecimento acelerado para a realização dos testes de condutividade elétrica.

Visando à condução do teste de condutividade elétrica (CE) três quantidades de semente foram avaliadas (25, 50 e 75), três volumes de água destilada (25, 50 e 75 mL) e três tempos de embebição das sementes (24, 48 e 72 horas), em cinco repetições por tratamento. As sementes foram pesadas em balança com precisão de 0,01 g e em seguida incubadas em câmara tipo B.O.D., em temperatura constante de 25 °C e luz contínua proporcionada por quatro lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia de 20 W cada uma. Após cada período de embebição a condutividade elétrica foi medida usando-se condutivímetro MICRONAL modelo B 330, com constante $K = 1,0$, cujos resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

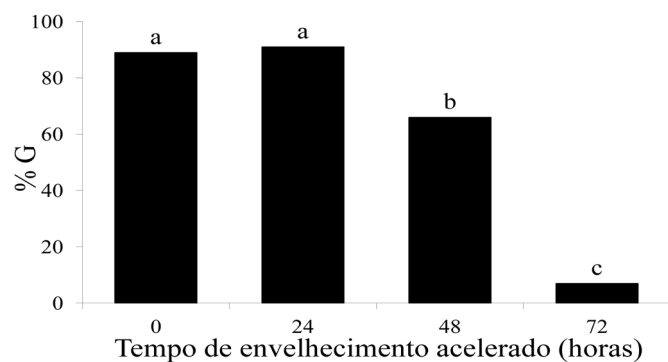
O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial $3 \times 3 \times 3$ (quantidades de sementes, volumes de água destilada e tempos de embebição). Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) efetuando-se os respectivos desdobramentos das interações significativas e a comparação entre os diferentes tratamentos foi pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores das interações entre as médias de condutividade e os diferentes fatores (períodos de embebição, quantidade de água e quantidade de sementes) foram analisados através de análises de regressão polinomial. Os resultados do teste de CE foram correlacionados com os da porcentagem de germinação através do uso de correlação simples, a 5% pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados do teste de envelhecimento acelerado observa-se que a partir do período de 24 horas houve redução no vigor das sementes, devido, em dúvida ao efeito da alta temperatura associada ao aumento do teor de água das mesmas, com consequente aumento do metabolismo. A viabilidade das sementes decresceu significativamente a partir de 24 horas de envelhecimento chegando a valores de 66 e 7% de germinação após 48 e 72 horas, respectivamente. Desta forma, a condução do teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Pterogyne nitens* na temperatura de 40 °C pelo tempo de 48 horas, é adequada para provocar alterações fisiológicas nas sementes da espécie.

A temperatura de 40 °C não foi a causa de declínio na atividade de enzimas como a α -galactosidase em sementes de *Glycine max* (Guimarães et al., 2001), *Platymiscium pubescens* (Borges et al., 2004) e *Caesalpinia peltophoroides* (Borges et al., 2005), β - mananase em sementes de *Sesbania virgata*

(Lisboa et al., 2006), amilase em sementes de *Zea mays* (Biazus et al., 2009), lipase nas sementes de *Oryza sativa* (Bhardwaj et al., 2001), cisteína protease em sementes de *Macrotyloma uniflorum* (Jinka et al., 2009) e fosfatase ácida nas sementes de *Zea mays* (Senna et al., 2006) envolvidas tanto no enfraquecimento da parede celular ou no metabolismo em geral, durante o processo de germinação, em diferentes espécies, embora representem pequena amostragem frente à grande quantidade de enzimas envolvidas no processo.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Figura 1. Porcentagem de germinação (%G) de sementes de *P. nitens* em diferentes tempos de envelhecimento acelerado

Figure 1. Germination percentage (% G) *P. nitens* of seeds at different times of accelerated aging

Dentro de cada combinação de número de sementes, quantidade de água e tempo de embebição, foram observados valores maiores de condutividade nas sementes envelhecidas (T_{48}) em relação às da testemunha (T_0) percebendo-se que para as sementes não envelhecidas, em qualquer tempo de embebição e volume de água, houve redução contínua e significativa na condutividade mas com menor efeito com o aumento da quantidade de sementes (Tabela 1).

Uma das alterações iniciais do processo de envelhecimento das sementes é justamente a desestruturação das membranas, acompanhada pela redução do poder germinativo (Matthews, 1985; Spano et al., 2006). No presente

caso há duas alternativas, quais sejam a possibilidade de as membranas adquirirem parte de sua estrutura semipermeável ou ocorrer saída substancial de solutos, com pouco material restante nas células, resultando em perda da viabilidade das sementes (Kaewnaee et al., 2011). Aparentemente, a segunda alternativa se mostra mais atrativa, tendo em vista a baixa porcentagem de germinação no tempo de 48 horas de envelhecimento.

A condutividade medida por Pinho et al. (2009) foi mais sensível na detecção da qualidade de sementes armazenadas de *Anadenathera peregrina* do que o teste de germinação. Resultados semelhantes foram observados por Corte et al. (2010) em sementes de *Melanoxylon brauna* envelhecidas artificialmente, confirmando a deterioração daquelas submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. Entretanto, Santos & Paula (2009) verificaram que, embora a condutividade tenha conseguido separar os lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* de vigor mais contrastante, não foi eficiente para a discriminação dos lotes com valores intermediários. Percebe-se que a desestruturação da membrana é fato comum na deterioração de sementes entre espécies diferentes, independente do tipo de deterioração mas cuja sensibilidade varia em relação à espécie e ao grau de deterioração.

Com base nos dados da Figura 2A, observa-se um ligeiro aumento na condutividade, nos períodos iniciais de embebição, com redução acentuada a partir de 48 horas. A redução significativa nos valores de condutividade quando as sementes foram mantidas por 72 horas pode ser explicada pela saída de material celular de diferentes organelas nos tempos anteriores uma vez que o grau de deterioração resultou na desorganização das membranas. Nas sementes não envelhecidas (T_0) as membranas podem ter sido o componente fundamental na restrição ou limitante à saída de componentes tendo, assim, valores menores e decréscimo menos acentuado na condutividade. Marques et al. (2002) observaram incrementos progressivos na condutividade de sementes de *Dalbergia nigra* no intervalo de 6 a 36 horas de embebição, com tendência de estabilização em valores próximos a 36 horas.

Tabela 1. Condutividade elétrica ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de *P. nitens* em função do tempo de embebição, quantidade de água e de sementes submetidas (T_{48}) ou não (T_0) ao envelhecimento acelerado por 48 horas

Table 1. Electrical conductivity ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) of seeds of *P. nitens* in function of time of soaking, water quantity and of seeds used in the test subject with (T_{48}) or without (T_0) accelerated aging for 48 hours

Quantidade de água (mL)	Tratamento 0 (T_0)			Tratamento 48 (T_{48})		
	Quantidade de sementes					
	25	50	75	25	50	75
Tempo de embebição: 24 hs						
25	80,45 b A	84,88 b A	92,85 a A	128,64 a A	124,42 a A	112,66 a A
50	38,73 a B	37,01 a B	38,77 a B	91,40 b AB	112,67 a A	112,72 a A
75	29,51 a B	25,93 ab C	24,60 b C	90,62 a B	84,99 a B	85,40 a B
Tempo de embebição: 48 hs						
25	109,99 a A	92,07 b A	95,20 b A	211,46 a A	203,72 a A	175,80 b A
50	50,24 a B	49,05 a B	48,72 a B	113,14 a B	101,76 ab B	96,51 b B
75	28,49 a C	29,73 a C	29,30 a C	87,23 a C	72,53 a C	71,60 a C
Tempo de embebição: 72 hs						
25	31,18 a A	26,68 b A	27,84 b A	111,32 a A	89,16 b A	67,84 c A
50	16,93 a B	17,44 a B	19,47 a B	57,54 a B	55,51 ab B	49,04 b B
75	11,52 a C	11,40 a C	12,29 a C	38,75 a C	34,40 b C	31,77 b C

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula nas colunas dentro de cada tempo de embebição e quantidade de sementes e minúscula nas linhas, dentro de cada tempo de envelhecimento e quantidade de água, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

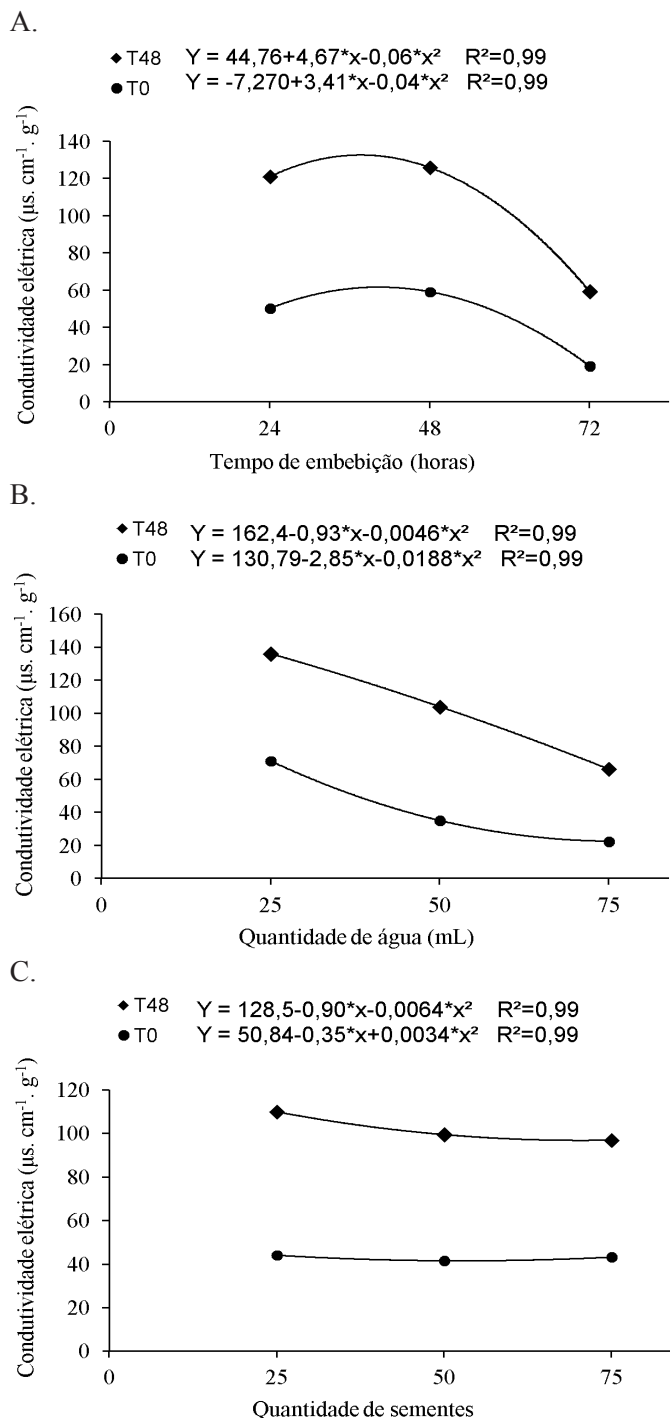


Figura 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de *P. nitens* em função do tempo de embebição (A), da quantidade de água (B) e de sementes (C) submetidas ao teste de envelhecimento (T_{48}) ou não (T_0) por 48 horas

Figure 2. Electrical conductivity ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) of *P. nitens* seeds in function of time of soaking (A), amount of water (B) and amount of seeds (C) subjected to aging test (T_{48}) or not (T_0) for 48 hours

Ao se aumentar o volume de água de imersão houve clara tendência de decréscimo nos valores da condutividade (Figura 2B) devido ao efeito da diluição dos exsudatos. Maiores quantidades de água proporcionam maiores diluições dos íons em virtude da baixa concentração de solutos, principalmente quando se utilizam quantidades menores de sementes (Santos

& Paula, 2005). Em trabalho realizado com *Senna siamesa*, a avaliação adequada da qualidade fisiológica das sementes somente foi alcançada com a utilização de 75 mL de água deionizada durante seis horas (Dutra et al., 2007).

A quantidade de sementes utilizada no teste exerceu efeito menor na condutividade não causando, de modo geral, diferenças significativas na mesma (Figura 2C) embora tenham sido detectadas alterações significativas em combinações específicas de número de sementes, tempo de embebição e volume de água (Tabela 1). Pelos valores, observa-se que nas quantidades de 50 e 75 sementes houve estabilização da condutividade, tanto nas sementes do tratamento T_0 quanto no T_{48} , sendo assim, estas são as quantidades de sementes adequadas para uso no teste de condutividade elétrica em sementes de *P. nitens*.

A utilização de quantidades maiores de sementes permite melhor diferenciação entre lotes em razão sobretudo da maior regularidade dos resultados representada por valores inferiores do coeficiente de variação (Santos & Paula, 2005). O emprego de maior número de sementes em *Pennisetum glaucum* também favoreceu a diminuição do coeficiente de variação, de 13,68 para 7,31% quando se utilizaram 25 e 100 sementes, respectivamente (Gaspar & Nakagawa, 2002).

Entre os resultados de germinação e do teste de condutividade foram observadas correlações negativas (Tabela 2) indicando que valores superiores de condutividade

Tabela 2. Coeficientes de correlação simples (r) entre os valores médios de germinação (G) e condutividade elétrica variando o tempo de embebição, a quantidade de água e de sementes submetidas ou não ao envelhecimento acelerado durante o período de 48 horas

Table 2. Simple correlation coefficients (r) between mean values of germination (G) and electrical conductivity, varying soaking time, amount of water and amount of seeds subjected or not to accelerated aging during the period of 48 hours

Tempo de embebição (horas)	Quantidade de água (mL)	Quantidade de sementes	Coefficientes de correlação
			G
24	25	25	-0,68*
		50	-0,69*
		75	-0,68*
	50	25	-0,54 ^{ns}
		50	-0,72*
		75	-0,62 ^{ns}
48	75	25	-0,68*
		50	-0,69*
		75	-0,66*
	25	25	-0,69*
		50	-0,70*
		75	-0,58 ^{ns}
72	50	25	-0,69*
		50	-0,54 ^{ns}
		75	-0,60 ^{ns}
	75	25	-0,72*
		50	-0,65*
		75	-0,74*
72	25	25	-0,60 ^{ns}
		50	-0,66*
		75	-0,62 ^{ns}
	50	25	-0,63 ^{ns}
		50	-0,62 ^{ns}
		75	-0,60 ^{ns}
75	25	-0,66*	
	50	-0,70*	
	75	-0,70*	

* = valor significativo a 5%, pelo teste F; ns = valor não significativo a 5%, pelo teste F

correspondem a sementes com menores porcentagens de germinação; comportamento semelhante também foi observado por Barbedo & Cícero (1998), Dutra & Vieira (2006) e Souza et al. (2009).

Comparando-se os coeficientes de correlação simples nas diferentes combinações, foram observadas maiores correlações significativas com a utilização de 75 sementes em 75 mL de água destilada por 48 horas ou subamostras de 50 sementes em 50 mL, durante 24 horas ou, ainda, 25 sementes em 75 mL por 48 horas, as quais são indicadas para a aplicação do teste de condutividade elétrica em sementes de *P. nitens*; recomenda-se, então, por praticidade, o uso de 50 sementes embebidas em 50 mL de água destilada por 24 horas de embebição para a realização do teste de condutividade elétrica em sementes da espécie.

CONCLUSÕES

O teste de condutividade elétrica é eficiente na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *P. nitens*;

A recomendação é a utilização de 50 sementes embebidas em 50 mL de água destilada durante o período de 24 horas, para condução do teste.

LITERATURA CITADA

- Barbedo, C. J.; Cícero, S. M. Utilização do teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá. *Scientia Agricola*, v.55, n.2, p.249-259, 1998. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161998000200013&lng=en&nr=iso&tlng=pt>. 12 Jun. 2011. doi:10.1590/S0103-90161998000200013.
- Bhardwaj, K.; Raju, A.; Rajasekharan, R. Identification, purification and characterization of a thermally stable lipase from Rice bran. A new member of the (phospho) lipase family. *Plant Physiology*, v.127, n.4, p.1728-1738, 2001. <<http://www.plantphysiol.org/content/127/4/1728>>. 22 Jun. 2011. doi:10.1104/pp.010604.
- Biazus, J. P. M.; Souza, R. R.; Márquez, J. E.; Franco, T. T.; Santana, J. C. C.; Tambourgi, E. B. Production and characterization of amylase from *Zea mays* malt. *Brazilian Archives of Biology Technology*, v.54, n.4, p.991-1000, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/babt/v52n4/v52n4a24.pdf>>. 30 Mai. 2011. doi:10.1590/S1516-89132009000400024.
- Bilia, D. A. C.; Marcos Filho, J.; Novembre, A. D. L. C. Conservação de qualidade fisiológica de sementes de *Inga uruguensis* Hook et Arn. *Revista Brasileira de Sementes*, v.20, n.1, p.48-54, 1998. <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1998/v20n1/artigo09.pdf>>. 10 Jun. 2011.
- Borges, E. E. L.; Rezende, S. T.; Borges, R. C. G.; Perez, S. C. J. G. A. Caracterização de alfa-galactosidase em embrião e cotilédones de sementes de *Platymiscium pubecens* Micheli, var. *pubecens* (tamboril-da-mata). *Revista Brasileira de Sementes*, v.26, n.2, p.82-90, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v26n2/24493.pdf>>. 10 Jun. 2011. doi:10.1590/S0101-31222004000200012.
- Borges, E. E. L.; Rezende, S. T.; Borges, R. C. G.; Perez, S. C. J. G. A. Caracterização de alfa-galactosidase e sua relação com a germinação das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Leguminosae Caesalpinioideae). *Revista Árvore*, v.29, n.4, p.525-533, 2005. <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n4/a04v29n4.pdf>>. 17 Jun. 2011. doi:10.1590/S0100-67622005000400004.
- Carvalho, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas Florestais, Embrapa Colombo - CNPF, 1994. 640p.
- Corte, V. B.; Borges, E. E. L.; Leite, H. G.; Leite, I. T. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Melanoxylon brauna* envelhecidas natural e artificialmente. *Scientia Forestalis*, v.38, n.86, p.181-189, 2010. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr86/cap06.pdf>>. 15 Mai. 2011.
- Delouche, J. C.; Baskin, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, v.1, n.2, p.427-452, 1973.
- Dutra, A. S.; Medeiros Filho, S.; Diniz, F. O. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby. *Ciência Agronômica*, v.38, n.3, p.280-285, 2007. <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/116>>. 18 Jun. 2011.
- Dutra, A. S.; Vieira, R. D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, v.28, n.2, p.117-122, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a15v28n2.pdf>>. 07 Jul. 2011. doi:10.1590/S0101-31222006000200015.
- Food and Agriculture Organization - FAO. Panel of experts in forest gene resources. Roma: FAO, 1996. 64p.
- Flávio, J. J. P.; Paula, R. C. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. *Scientia Forestalis*, v.38, n.87, p.391-399, 2010. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap06.pdf>>. 21 Jun. 2011.
- Fonseca, R. L.; Menegario, C.; Mori, E. S.; Nakagawa, J. Maturidade fisiológica das sementes de ipê amarelo, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl. *Scientia Forestalis*, v.33, n.69, p.136-141, 2005. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr69/cap12.pdf>>. 21 Jun. 2011.
- Gaspar, C. M.; Nakagawa, J. Teste de condutividade elétrica em função do período e da temperatura de embebição para sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v.24, n.2, p.82-89, 2002. <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n2/v24n2a12.pdf>>. 02 Jul. 2011. doi:10.1590/S0101-31222002000100012.
- Gonzales, J. L. S.; Paula, R. C.; Valeri, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) Burkart. Fabaceae-Mimosoideae. *Revista Árvore*, v.33, n.4, p.625-634, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n4/v33n4a05.pdf>>. 17 Jun. 2011. doi:10.1590/S0100-67622009000400005.
- Guimarães, V. M.; Rezende, S. T.; Moreira, M. A.; Barros, E. G.; Feliz, C. R. Characterization of α -galactosidases from germinating soybean seed and their use for hydrolysis of oligosaccharides. *Phytochemistry*, v.58, n.1, p.67-73, 2001. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942201001650>>. 01 Jul. 2011. doi:10.1016/S0031-9422(01)00165-0.

- Jinka, R.; Ramakrishna, V.; Rao, S. K.; Ramakrishna, P. R. Purification and characterization of cysteine protease from germinating cotyledons of horse gran. BMC Biochemistry, v.10, 2009. <<http://www.biomedcentral.com/a471-2091/10/28>>. 23 Out. 2010. doi:10.1186/1471-2091-10-28.
- Kaewnaree, P.; Vichitphan, S.; Klanrit, B.; Vichitphan, K. Effect of accelerated aging process on seed quality and biochemical changes in sweet pepper (*Capsicum annuum* Linn.) seeds. Biotechnology, v.10, n.1, p.175-182, 2011. <<http://scialert.net/fulltext/?doi=biotech.2011.175.182&org=11>>. 05 Jun. 2011. doi:10.3923/biotech.2011.175.182.
- Lisboa, C. G. S.; Tonini, P. P.; Tiné, M. A. P.; Buckeridge, M. S. Endo β -mananase do endosperma de sementes de *Sesbania virgata* (CAV.) Pers. (Leguminosae): purificação, caracterização e seu duplo papel na germinação e crescimento inicial da plântula. Brazilian Journal of Plant Physiology, v.18, n.2, p.269-280, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/bjpp/v18n2/31308.pdf>>. 10 Jul. 2011. doi:10.1590/S1677-04202006000200003.
- Marini, N.; Tunes, L. M.; Silva, J. I.; Moraes, D. M.; Olivo, F.; Cantos, A. A. Efeito do fungicida carboxim tiram na qualidade fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.1, p.17-22, 2011. <http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=agraria_v6i1a737>. 08 Jun. 2011. doi:10.5039/agraria.v6i1a737
- 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, v.24, n.1, p.271-278, 2002. <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n1/v24n1a38.pdf>>. 08 Jul. 2011. doi:10.1590/S0101-31222002000100038.
- Matthews, S. Physiology of seed ageing. Outlook on Agriculture, v.14, n.2, p.89-94, 1985.
- Nogueira, J. C.; Siqueira, A. C. M. F.; Morais, E.; Iwane, M. S. S. Estudo de progênies e procedências de *Pterogyne nitens* Tull. Boletim técnico do Instituto Florestal, v.40, n.2, p.357-366, 1986.
- Pinho, D. S.; Borges, E. E. L.; Corte, V. B.; Bhering, N. L. C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. durante o armazenamento. Revista Árvore, v.33, n.1, pp.27-33, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n1/v33n1a04.pdf>>. 10 Jun. 2011. doi:10.1590/S0100-67622009000100004.
- Santos, S. R. G.; Paula, R. C. 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. <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v27n2/a20v27n2.pdf>>. 10 Jun. 2011. doi:10.1590/S0101-31222005000200020.
- Santos, S. R. G.; Paula, R. C. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.). Scientia Forestalis, v.37, n.81, p.7-16, 2009. <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr81/cap01.pdf>>. 21 Mai. 2011.
- Senna, R.; Simonin, V.; Silva-Neto, M. A. C.; Fialho, E. Induction of acid phosphatase activity during germination of maize (*Zea mays*) seeds. Plant Physiology and Biochemistry, v.44, n.7-9, p.467-473, 2006. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942806001021>>. 11 Mai. 2011. doi:10.1016/j.plaphy.2006.03.008.
- Silva, L. B.; Martins, C. C. Teste de condutividade elétrica para sementes de mamoneira. Semina: Ciências Agrárias, v.30, n.1, p.1043-1050, 2009. <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4640>>. 17 Jun. 2011.
- Silva, L. M. M.; Matos, V. P.; Pereira, D. D.; Lima, A. A. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* Duck. (pau-serrote) e *Pterogyne nitens* Tul. (madeira nova do brejo) Leguminosae. Revista Brasileira de Sementes, v.17, n.2, p.154-159, 1995. <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1995/v17n2/artigo06.pdf>>. 21 Fev. 2011.
- Souza, L. A.; Carvalho, M. L. M.; Kataoka, V. Y.; Oliveira, J. A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. Revista Brasileira de Sementes, v.31, n.1, p.60-67, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a07v31n1.pdf>>. 22 Jun. 2011. doi:10.1590/S0101-31222009000100007.
- Spano, C. R.; Buselli, M. R.; Castiglione, S.; Botteg, I. G. RNases and nucleases in embryos and endosperms from naturally aged wheat seeds stored in different conditions. Journal of Plant Physiology, v.164, n.4, p.487-495, 2006. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161706001428>>. 19 Jun. 2011. doi:10.1016/j.jplph.2006.03.015.
- Tunes, L. M.; Barros, A. C. S. A.; Badinelli, P. G.; Olivo, F. Testes de vigor em função de diferentes épocas de colheita de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.). Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.3, n.4, p.321-326, 2008. <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=354>>. 17 Mai. 2011. doi:10.5039/agraria.v3i4a354.
- Vieira, R. D.; Krzyzanowski, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Brasília: ABRATES, 1999. p.1-26.