

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DA LEGUMINOSA FORRAGEIRA *Macrotyloma axillare* cv. Java¹

AURICLEIA SARMENTO DE PAIVA², TERESINHA DE JESUS DELÉO RODRIGUES³, ANTONIO JOÃO CANCIAN⁴,
MAGNÓLIA DE MENDONÇA LOPES⁵, ADRIANO CARLOS FERNANDES⁶

RESUMO - É de interesse prático, quando se dispõe de diferentes lotes de sementes, conhecer a qualidade fisiológica intrínseca a cada um. Objetivou-se determinar a qualidade fisiológica de lotes de sementes da leguminosa forrageira tropical, *Macrotyloma axillare* cv. Java, com utilização de diferentes metodologias para realização dos testes germinação e vigor. Determinou-se a pureza física dos lotes, o peso de mil sementes, a germinação com e sem escarificação (TG) e o vigor (índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica) de três lotes de sementes. Diferenças na qualidade fisiológica inicial de sementes escarificadas foram observadas pelo teste de germinação. Pelos resultados dos testes de primeira contagem e IVG não foi possível detectar diferenças na qualidade fisiológica das sementes; o envelhecimento acelerado das sementes escarificadas pode ser realizado a 41° C por 72 horas ou a 45° C por 48 horas; o teste de condutividade elétrica mostrou-se adequado para diferenciar os lotes, a partir de 48 horas de embebição.

Termos para indexação: Forrageira tropical, vigor, macrotiloma.

PHYSIOLOGICAL AND PHYSICAL QUALITY OF SEED OF THE FORAGE LEGUME

Macrotyloma axillare cv. Java

ABSTRACT - It is of practical interest, when using different lots of seeds, to know the intrinsic physiological quality of each one. The objective of this research was to evaluate the physiological characteristics of the tropical forage legume, *Macrotyloma axillare* cv. Java (perennial horse gram) submitted to different methodologies to determine the physiological quality of three seed lots of this cultivar. The physical purity, 1000 seeds weight, germination test with and without scarification (GT) and vigour (speed of germination index (SGI), first count of SGT; electrical conductivity and accelerated aging) of three lots of seeds were determined. Differences in initial physiological quality of scarified seeds could be observed by the germination test. The results showed that: first count of germination and SGI were not sensitive to detect differences in seed physiological quality of these three lots; accelerated aging of scarified seeds can be performed at 41°C/ 72 hours or at 45°C for 48 hours; the electrical conductivity test was adequate to differentiate lots of scarified seeds after 48 hours imbibition.

Index terms: Tropical forage, vigor, perennial horse gram.

¹Submetido em 12/10/2007. Aceito para publicação em 28/04/2008. Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor FCAV/UNESP. Auxílio CAPES.

² Eng. Agr. Dra, Depto. de Biologia Aplicada à Agropecuária (DBAA), FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP; e-mail: cleiapaiva@hotmail.com. ³ Profa. Adjunta. - DBAA, FCAV/UNESP; 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil.

e-mail: tedelro@fcav.unesp.br. ⁴ Prof. Assistente Dr.- DBAA, FCAV/UNESP - 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil; E-mail: cancian@fcav.unesp.br. ⁵ Eng. Agr. Dra, - Depto. de Produção Vegetal, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP; e-mail: lopes_mag@hotmail.com. ⁶ Biól. Dr. - DBAA, FCAV/UNESP- Jaboticabal, SP; e-mail: adrifer@fcav.unesp.br

INTRODUÇÃO

A indústria de sementes de forrageiras tropicais, no Brasil, depara-se atualmente com novos e importantes paradigmas. A maior parte da produção é comercializada, essencialmente, como “commodity”, isto é, como produtos pouco diferenciados, de baixo valor agregado (Souza, 2001). Entretanto, a demanda por sementes de boa qualidade física, fisiológica e sanitária tem aumentado, principalmente para atender os rígidos padrões fitossanitários impostos por países importadores, o que tem motivado a competição entre produtores contribuindo assim para a melhoria da qualidade das sementes.

A velocidade e a uniformidade de emergência das plântulas dependem do vigor das sementes e das condições do ambiente. É de interesse prático, quando se dispõe de diferentes lotes de sementes, conhecer a qualidade fisiológica intrínseca a cada um. Sabe-se, contudo, que a queda na germinação é um dos últimos eventos que caracterizam o declínio na qualidade fisiológica de sementes. Deste modo o teste de germinação, isoladamente, não é adequado para discriminar corretamente os lotes de sementes, pois, quando possuem porcentagens de germinação semelhantes, podem apresentar desempenho distinto no mesmo ambiente (Bonner et al., 1994).

A fim de fornecer informações adicionais ao teste de germinação, têm sido utilizados testes de vigor, cuja escolha deve atender a objetivos específicos, sendo importante à identificação da característica avaliada e sua relação com o comportamento das sementes diante de determinada situação. Portanto, é conveniente a obtenção de informações fundamentadas nos resultados de mais de um teste, cujos princípios sejam aplicáveis aos objetivos desejados (Scott e Close, 1976).

A avaliação do vigor de semente tem como finalidade complementar o teste padrão de germinação na detecção de diferenças na qualidade fisiológica, distinguindo e classificando os lotes de acordo com o seu potencial de desempenho no campo e/ou no armazenamento (Hampton e TeKrony, 1995; AOSA, 2002).

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais populares para a avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência (TeKrony, 1995). Tem como princípio a aceleração da taxa de deterioração das sementes por meio de sua exposição a altas temperaturas (40-45°C) e umidade relativa do ar (100%), considerados os fatores

ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (Marcos Filho, 1999). Nesta situação, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda diferenciada da viabilidade.

Dentre os testes de vigor considerados importantes destaca-se o teste de condutividade elétrica, pela sua rapidez e objetividade, além da facilidade de execução na maioria dos laboratórios de análise de sementes (Hampton & TeKrony, 1995; Vieira e Krzyzanowski, 1999; AOSA, 2002).

Para forrageiras tropicais os métodos não são bem específicos, e na sua grande maioria são adaptados àqueles usados para as sementes das grandes culturas. Os consumidores de sementes de forrageiras preferem lotes com alta capacidade de estabelecimento, seja para conservação do solo ou para utilização precoce da pastagem; existe preferência por sementes com alto vigor, porque esta, em condições desfavoráveis, como comumente acontece nas situações de campo apresentam maior capacidade de estabelecimento (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Dentre os cultivares de leguminosa forrageira lançados mais recentemente no Brasil encontra-se a cultivar Java, lançada em 2004 (Abrasem, 2006), leguminosa de ciclo perene, obtida por meio do cruzamento artificial de duas cultivares de *Macrotyloma axillare*, Archer e Guatá. É uma leguminosa híbrida de ciclo perene e trepadeira volúvel, de média à baixa exigência em fertilidade do solo, possui alta persistência sob pastejo, consorcia bem com braquiárias e panicuns e apresenta boa persistência em consorciações com gramíneas.

O sucesso de uma nova cultivar depende de várias características como adaptação ambiental, elevado potencial de produção e qualidade forrageira, menor risco e custo de produção. Segundo Harlan (1960), outros fatores como a produção de sementes e modo de estabelecimento podem ser decisivos na escolha da cultivar.

O objetivo deste trabalho foi determinar a qualidade fisiológica de diferentes lotes de sementes da leguminosa forrageira tropical, *Macrotyloma axillare* (E. Mey.) Verdc. cv. Java, com a utilização de diferentes metodologias para execução dos testes de germinação e vigor.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal e

de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP de março a junho de 2006.

Foram utilizados três lotes de sementes certificadas de *Macrotyloma axillare* (E. Mey.) Verdc cv. Java, fornecidas pela Empresa Matsuda Sementes, colhidos no sítio Dois Irmãos em Presidente Bernardes/SP, no mês de agosto de 2005. Os lotes foram preparados de acordo com a data de chegada na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS).

Após a recepção das sementes, foi determinada a pureza física, o teor de água e o peso médio de mil sementes, com a finalidade de se obter o perfil dos lotes de sementes. As amostras foram em seguida, acondicionadas em sacos de papel e armazenadas durante seis meses em câmara seca à 20°C e 36% de umidade relativa do ar, até a realização das determinações de laboratório, conforme descritos a seguir:

Pureza física: realizada segundo prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) e os resultados expressos em porcentagem de sementes puras.

Teor de água: O teor de água foi determinado pelo método da estufa à 105° C (± 3 °C), por 24 horas, utilizando duas repetições de 3,0g de sementes por lote (Brasil, 1992), sendo o resultado expresso em porcentagem.

Peso de mil sementes: Foram usadas oito sub-amostras de 100 sementes provenientes da porção semente pura de cada lote. As sementes foram contadas manualmente e em seguida pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g (Brasil, 1992). O resultado de peso médio foi expresso em gramas.

Germinação (TPG): Antes da instalação do teste de germinação, as sementes foram tratadas com uma mistura 1:1 dos fungicidas Benlat 500 PM e Euparen M 500 PM na dose de 1g/kg de sementes. Foram usadas oito repetições de 50 sementes, escarificadas, pela quebra do tegumento com uma pinça de acordo com Brasil (1992), e sem escarificação, para cada lote. As sementes foram então acondicionadas em caixas plásticas de germinação, tendo como substrato papel filtro umedecido com 15 mL de água destilada, contendo nistatina (2%) e colocadas em câmara de germinação (Fanem Mod. 347 CDG), regulada a 25° C (± 1 °C) com fotoperíodo de 12 horas. As contagens foram realizadas no quarto e décimo dia (Brasil, 1992), sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram radícula com comprimento ≥ 2 mm (Labouriau, 1983). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem do TPG: O IVG e a primeira contagem do TPG

foram realizados conjuntamente com o teste padrão de germinação. Para obtenção do IVG o número de sementes germinadas foi avaliado diariamente até o décimo dia após a semeadura e calculado conforme Maguire (1962).

Para a primeira contagem do TPG foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram 2 mm de protrusão radicular no quarto dia após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem.

O delineamento experimental utilizado nesses testes foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes e os dados obtidos submetidos à análise de variância pelo teste F. Os dados em porcentagem foram previamente transformados em arcoseno \sqrt{x} (Banzatto & Kronka, 2006).

Envelhecimento acelerado: Foram utilizadas 200 sementes, escarificadas, por lote, em quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), contendo suspensa em seu interior uma tela de alumínio onde as sementes foram distribuídas em uma camada uniforme (AOSA, 2002); em cada caixa foram adicionados 40 mL de água. Foram utilizadas as temperaturas de 41 e 45° C (Marcos Filho, 1999) e 100% umidade relativa por 48, 72 e 96 horas. Após esses períodos, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, cuja avaliação foi realizada no quarto dia após a semeadura. O teor de água foi determinado antes e após os períodos de envelhecimento. Ambos os resultados foram expressos em porcentagem.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 3 x 3 (três lotes e três períodos de envelhecimento) para cada temperatura de exposição.

Condutividade elétrica: Conforme metodologia descrita por Vieira & Krzyzanowski (1999) e pela AOSA (2002), exceto quanto ao número de sementes por amostra, foram selecionadas e pesadas quatro repetições de 25 sementes (escarificadas) para cada lote, que foram pesadas e imersas em 25mL e 50 mL de água destilada à temperatura constante de 25° C durante os períodos de 1, 2, 4, 6, 12, 24, 36, 48 e 72 horas de embebição. A leitura da condutividade elétrica foi realizada em condutivímetro DIGIMED DM-31, e os valores médios para cada lote expressos em $MS\ cm^{-1}\ g^{-1}$ de semente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes por lote e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 3 x 2 x 9 (três lotes, duas quantidades de água e nove períodos de exposição).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na determinação do perfil dos lotes das sementes, a pureza física média foi de 45,4%, sendo que as impurezas encontradas eram constituídas principalmente de torrões de terra. Já o teor de água das sementes foi semelhante para os três lotes estudados, variando de 7,63 a 8,03%. Este fato é importante na execução dos testes, considerando-se que a uniformização do grau de umidade das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Loeffler et al., 1988). Verificou-se também uma baixa variação para o peso médio de mil sementes nos lotes avaliados, com valor médio obtido de 10,06 gramas, o que corresponde a 100 sementes por grama.

Para o teste de germinação (TPG) verificou-se diferença estatística significativa entre os tratamentos sem escarificação. Observou-se maior porcentagem de germinação para as sementes que foram submetidas à escarificação prévia (Tabela 1), porém não foram observadas diferenças significativas entre os lotes, nas sementes sem escarificação. A porcentagem de germinação das sementes sem escarificação foi baixa (máximo de 37,45%) em todos os lotes, que não diferiram estatisticamente entre si. Por outro lado, quando o teste foi realizado com sementes escarificadas, a menor porcentagem de germinação (72,17%) foi obtida no lote 3, porém esse não diferiu estatisticamente do lote 2.

Tabela 1. Valores médios (%) do teste de germinação (TPG) para sementes escarificadas e sem escarificação, dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java, Jaboticabal-SP, 2006.

Lotes	Sem escarificação	Com escarificação
1	36,0 a	96,5 a
2	37,0 a	92,5 ab
3	26,0 a	90,5 b
CV(%)	7,64	7,64

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$)

As diferenças na qualidade fisiológica inicial dos lotes de sementes escarificadas de macrotiloma podem ser observadas pelos resultados do teste de germinação. Os valores médios de germinação, das sementes escarificadas, dos lotes em análise possuem germinação superior ao valor indicado nos Padrões Nacionais para a comercialização de sementes de macrotiloma, que corresponde a 60% de germinação

(Andrade, 1984).

Não foi verificada diferença estatística significativa primeira contagem de germinação e para o índice de velocidade de emergência (IVG). O teste de primeira contagem de germinação, muitas vezes, expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação, porém de acordo com Valentini & Pina-Rodrigues (1995), este teste apresenta eficiência reduzida quanto à detecção de pequenas diferenças de vigor.

Para o envelhecimento acelerado, na temperatura de 41°C (Tabela 2), somente se observou diferença estatística entre os lotes a partir do período de 72h de envelhecimento, com a menor porcentagem de germinação detectada no lote 3 neste período, não diferindo estatisticamente do lote 2 no período de 96h.

Tabela 2. Vigor avaliado pelo teste de germinação (%) após envelhecimento acelerado, com duas temperaturas de exposição e três períodos de envelhecimento de sementes escarificadas de *Macrotyloma axillare* cv. Java.¹, Jaboticabal-SP, 2006.

Lotes	41°C			45°C		
	48h	72h	96h	48h	72h	96h
1	72,2a	75,0 a	76,3a	68,4 a	46,4a	6,6a
2	66,9a	75,4 a	64,3b	61,2ab	48,2a	14,6a
3	73,9a	62,6b	61,1b	57,5b	34,4b	7,0a
C.V.(%)	6,8			12,9		

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$) de probabilidade

De acordo com Dias e Marcos Filho (1995), a exposição das sementes à temperatura e umidade elevadas provoca sérias alterações degenerativas no metabolismo da semente, desencadeando a desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares. Para as temperaturas utilizadas no teste verificou-se que, de modo geral, na temperatura de 45°C ocorreram as menores porcentagens de germinação em todos os lotes. Com exceção do período de 48h na temperatura de 41°C, o lote 3, apresentou menor porcentagem de germinação, e isto associa-se com o menor vigor deste lote quando comparado aos demais lotes utilizados.

Observou-se grande elevação no teor de água das sementes de macrotiloma dos três lotes, envelhecidas a 41°C e 45°C (Tabela 3), as quais apresentavam teor de água inicial

médio de 8,5% e atingiram o máximo de 51,9% após 96h de permanência na câmara de envelhecimento acelerado. Este elevado teor de água apresentado pelas sementes após

os períodos de envelhecimento, provavelmente se deve à escarificação prévia a que às mesmas foram submetidas antes da exposição aos períodos de envelhecimento.

Tabela 3. Teor de água (%) antes e após o envelhecimento acelerado (E.A.) nas temperaturas de 41°C e 45° C, nos três períodos avaliados para sementes escarificadas de três lotes de *Macrotyloma axillare* cv. Java, Jaboticabal-SP, 2006.

Lotes	Antes E.A.	Após E.A.					
		41°C			45°C		
		48h	72h	96h	48h	72h	96h
1	8,4	44,6	49,4	51,8	47,5	49,2	52,1
2	8,5	46,8	48,1	51,3	47,0	48,4	51,5
3	8,6	45,5	47,5	51,3	48,5	48,0	52,1
Média	8,5	45,6	48,3	51,5	47,7	48,5	51,9

Valores semelhantes aos obtidos neste trabalho foram observados em sementes de outras espécies, após serem submetidas ao período de tempo recomendado ou sugerido para o envelhecimento acelerado (ISTA, 1995), que tem variado entre 26 e 29% para milho, e entre 47 e 53% para *Festuca arundinacea* Schreb. Em trabalho realizado com sementes de *Acacia polyphylla*, Araujo Neto (2001) encontrou 42,2% de teor de água no período de 48 horas.

Para os teores de água obtidos após os períodos de envelhecimento, houve variação máxima entre os lotes de 2,3% quando se utilizou a temperatura de 41°C, e de 1,6% para a temperatura de 45° C. De acordo com Marcos Filho (1999), um dos principais indicadores da uniformidade das

condições de envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes ao final do teste, pois variações de 3 a 4% entre amostras são consideradas toleráveis.

No teste de condutividade elétrica, houve aumento significativo da condutividade com o aumento do período de embebição (Tabela 4). Observou-se maior quantidade de lixiviados à medida em que aumentava o período de embebição para todos os lotes avaliados. Este fato mostra-se coerente com as observações feitas por Loeffler et al., (1988) e Marcos Filho et al., (1990) para sementes de soja, Marques (2001) para Jacarandá da bahia e Gonçalves (2003) para sementes de mutamba.

Tabela 4. Valores médios de condutividade elétrica de sementes ($MS\ cm^{-1}\ g^{-1}$) para os três lotes de *Macrotyloma axillare* cv. Java em duas quantidades de água e nove períodos de exposição, Jaboticabal-SP, 2006.

Lotes	Períodos								
	1h	2h	4h	6h	12h	24h	36h	48h	72h
1	128,1 a	185,6 a	225,9 a	235,5 a	264,6 a	303,9 a	364,7 a	449,6 ab	524,3 b
2	112,6 a	180,4 a	231,6 a	245,1 a	268,5 a	316,7 a	364,3 a	440,3 b	512,4 b
3	125,7 a	191,4 a	238,7 a	253,1 a	271,7 a	319,6 a	385,9 a	481,1 a	590,8 a
Quantidade de água									
25 mL	161,4 a	242,4 a	300,4 a	314,9 a	345,9 a	399,3 a	475,9 a	593,9 a	713,4 a
50 mL	82,8b	129,2 b	163,7 b	174,3 b	190,6 b	227,6 b	267,3 b	320,0 b	371,5 b
C.V. (%)	9,6								

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$)

Somente a partir de 48h de embebição houve diferença estatística entre os lotes, com o maior valor de condutividade encontrado no lote 3, embora neste tempo de embebição não tenha ocorrido diferença entre os lotes 3 e 1. Esta maior quantidade de lixiviados na solução indica menor vigor do lote.

As sementes provenientes do lote 1 foram classificadas, de maneira geral, como as de melhor potencial fisiológico, por apresentarem menor quantidade de lixiviados, a partir de 4 horas de embebição, mesmo não diferindo significativamente dos lotes 2 e 3, na maioria dos períodos avaliados. De acordo com Roberts (1973) e Anderson & Baker (1983), durante a deterioração da semente, ocorre perda de integridade das membranas, nas organelas que compõem as células, resultando em exsudação de íons, açúcares e metabólitos durante o processo de embebição. Em sementes deterioradas, o mecanismo de reparo na integridade das membranas, está ausente ou é ineficiente ou, ainda, as membranas encontram-se tão profundamente danificadas que o reparo não se realiza (Bewley & Black, 1994).

Observou-se que, independente da quantidade de água utilizada ocorreu um aumento na condutividade elétrica com o aumento do período de embebição, porém foi verificada uma maior condutividade, em todos os períodos, quando se utilizou 25mL de água. Estes maiores valores de condutividade elétrica em menores volumes de água são atribuídos ao fato de que a embebição, em um volume maior de água implica em maior diluição dos lixiviados (Loeffler et al, 1988).

CONCLUSÕES

Os testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação não foram sensíveis para detectar diferenças na qualidade fisiológica das sementes dos lotes avaliados.

O teste de envelhecimento acelerado pode ser realizado na temperatura de 41° C por 72 horas ou a 45° C por 48 horas, para avaliação da qualidade fisiológica de sementes escarificadas de macrotiloma.

O teste de condutividade elétrica é apropriado para diferenciar lotes de sementes escarificadas de macrotiloma a partir de 48 horas de embebição.

REFERÊNCIAS

ABRASEM - Associação Brasileira de Sementes e Mudas. **Anuário 2006 – Consolidando o sistema sementeiro junto ao Agronegócio Nacional**, 2006. 86p.

ANDERSON, J. D.; BAKER, J. E. Deterioration of seeds during aging. **Phytopathology**, Saint Paul, v.73, n.2, p.321-325, 1983.

ANDRADE, R. P. Origem e multiplicação de sementes genéticas de forrageiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.111, 1984.

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

ARAÚJONETO, J. C. **Aspectos fenológicos, caracterização, germinação e armazenamento de sementes de *Acacia polyphylla* DC.** 2001. 109f. Tese (Doutorado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

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

BONNER, F.T.; VOZZO, J.A.; ELAN, W.W.; LAND-JR., S.B. **Tree seed technology training course: student outline**. New Orleans: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1994. 81p. (General Technical Report, SO-107).

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

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

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

GONÇALVES, E. P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam) por meio de diferentes testes de vigor**. 2003. 64f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

HARLAN, J. R. Breeding superior forage plants for the great plains. **Journal of Range Management**, v. 13, n. 12, p. 86-89, 1960.

- LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretaria Geral da ONU, 1983. 174p.
- LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3, p. 1-24
- MARCOS-FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVEMBRE, A. D. C.; CHAMA, H. M. C. P. Estudos comparativos de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.
- MARQUES, M. A. **Teste de condutividade elétrica para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* Fr. Allem. (Jacarandá-da-bahia)**. 2001. 74f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ROBERTS, E. H. Loss of viability: ultrastructural and physiological aspects. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.2, p.529-545, 1973.
- ROSSETO, C. A. V.; BASSIN, C. A.; CARMO, M. G. F.; NAKAGAWA, J. Tratamento fungicida, incidência de fungos e momento da avaliação da germinação no teste de envelhecimento acelerado de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n.2, p.78-87, 2001.
- SCOTT, D. J.; CLOSE, R. C. An assessment of seed factors affecting field emergence of garden pea seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.4, p.287-300, 1976.
- SOUZA, F. H. D. de. **Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 43 p. (Documentos, 30).
- TEKRONY, D.M. Accelerated aging. In: VANDE VENTER, H. A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, 1995. p. 53-72
- VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. **Aplicação do teste de vigor em sementes**. São Paulo: [s.n.], 1995. p.75-84 (IF Série Registro, 14).
- VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 4, p. 1-26, 1999.