

RESSALVA

Alertamos para ausência da Tabela 7, pág. 51
não incluída pelo(a) autor(a) no arquivo
original.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MUTAMBA
(*Guazuma ulmifolia* Lam.) POR MEIO DE DIFERENTES TESTES DE VIGOR.**

**Edilma Pereira Gonçalves
Engenheira Agrônoma**

**Jaboticabal - São Paulo - Brasil
2003**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MUTAMBA
(*Guazuma ulmifolia* Lam.) POR MEIO DE DIFERENTES TESTES DE VIGOR.**

Edilma Pereira Gonçalves

Engenheira Agrônoma

**Profa. Dra. Maria Esmeralda Soares Payão Demattê
ORIENTADORA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal/UNESP, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia do Programa de Pós-graduação em **Produção e Tecnologia de Sementes**.

FEVEREIRO -- 2003

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

EDILMA PEREIRA GONÇALVES – Filha de José Ailton Gonçalves e Terezinha Pereira Gonçalves, nasceu em 12 de fevereiro, em Areia, Paraíba. É Engenheira Agrônoma, formada em novembro de 1996 pela Universidade Federal da Paraíba e Mestre em Produção Vegetal (Tecnologia de Sementes) em 1998 pela mesma Universidade.

Á MINHA MÃE,

Terezinha Pereira Gonçalves,

Por mais este sonho fazer parte
da história de nossas vidas

OFEREÇO

Aos meus irmãos,

Abraão, Adiel, Azarias e Edgelson,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tornar este sonho possível, dando-me perseverança e força para vencer os obstáculos desta caminhada.

À UNESP, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade e condições oferecidas durante a realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de Doutorado.

A minha orientadora Dra. Maria Esmeralda Soares Payão Dematê pela orientação e amizade.

Ao Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula, pela amizade, apoio e ensinamentos transmitidos que foram imprescindíveis na elaboração deste trabalho.

A banca examinadora Dra. Sônia C.J.G de Andrade Perez e Dra. Rosiris Bergemann de Aguiar Silveira, pelas sugestões.

Aos meus tios: Eliane Gonçalves, José Aldyr Gonçalves e Azenir Gonçalves que mesmo distante tornaram-se tão presentes, incentivando-me e apoiando-me em todos os momentos.

À Profa. Dra. Valderez Pontes Matos e a Pedro Eugênio, pela amizade e apoio incondicional, durante o período em que estiveram em Jaboticabal.

À Assíria Maria Ferreira Nóbrega e Giovani Lúcio, pela amizade e agradável convivência durante a realização do curso.

Às amigas que se tornaram irmãs, Gilmara Mabel Santos, Nivânia Pereira da Costa, Edna Ursulino Alves, Caciana Cavalcanti Costa, pela amizade, compreensão e ajuda durante todos os momentos dessa caminhada. *“...O tempo e a distância jamais apagarão os momentos que compartilhamos...”*

Aos amigos de pós-graduação, em especial a Monalisa Alves Diniz da Silva, Elma Ataíde, Silvelena Vanzolini, Gisele Bonacin, Elizabeth Mendonça Furtado, Simone Aparecida Fessel, Fabiana de Simone, Francineuma Ponciano de Arruda, Rosa Honorato, Josué Bispo, Fábio Viana, Estácio Alves, José Maria, Ricardo Moreira, Eduardo José e Tagli Dalpian pela amizade, solidariedade e convivência.

À Rosângela Perez Biruel, pela amizade e o apoio recebido no início do curso.

Aos Profs. Drs. da FCAV/UNESP, especialmente a Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues, Nelson Moreira de Carvalho, Domingos Fornasieri Filho, Roberval Daiton Vieira, Katia Pivetta, pelos conhecimentos transmitidos, compreensão e amizade.

As bibliotecárias Tiêko Takamiya Sugahara, Maria Cristina, Mabel.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal/FCAV/UNESP: Marisa Coga, Nadia Lyn, Lázaro José Ribeiro da Silva, Rubens Libório, Wagner , Nice .

Na verdade, torna-se difícil mencionar e agradecer a todas as pessoas que, de uma forma direta ou indiretamente, participaram, já que são tantas e tão diversas as maneiras de colaboração.

Meu muito obrigada a todos!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XI
RESUMO.....	XII
SUMMARY.....	XIV
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 A espécie.....	4
2.2 Avaliação do vigor de sementes.....	6
2.2.1 Envelhecimento Acelerado.....	9
2.2.2 Condutividade elétrica.....	11
2.2.2.1 Fatores que interferem na condutividade elétrica.....	15
2.2.2.1.1 Período de embebição.....	15
2.2.2.1.2. Temperatura.....	18
2.2.2.1.3 Volume de água e número de sementes	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Obtenção das sementes.....	23
3.2. Determinação do teor de água.....	24
3.3. Teste de Germinação.....	25
3.4. Teste de Primeira Contagem de Germinação.....	25
3.5. Índice de velocidade de germinação.....	26
3.6. Emergência em Viveiro.....	26

3.7.Índice de velocidade de emergência.....	27
3.8. Envelhecimento acelerado.....	27
3.9. Condutividade elétrica.....	29
3.10. Delineamento Estatístico.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1.Avaliação inicial da qualidade fisiológica.....	31
4.2.Avaliação do envelhecimento acelerado nas temperaturas de 41 ⁰ C e 45 ⁰ C	35
4.3. Avaliação da condutividade elétrica	41
5. CONCLUSÕES.....	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Análise de variância para germinação (%), primeira contagem de germinação (%), índice de velocidade de germinação, emergência em viveiro (%) e índice de velocidade de emergência em quatro lotes de sementes de mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>). Jaboticabal, 2002.....	40
Tabela 2. Teor de água (%) e resultados da qualidade fisiológica inicial dos lotes de sementes de mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>) em laboratório e viveiro, submetidas aos testes: primeira contagem, germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE). Jaboticabal, 2002.....	41
Tabela 3. Dados médios de germinação, obtidos por meio do teste de envelhecimento acelerado (41°C) em quatro lotes de sementes de mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>), submetidas a nove períodos de condicionamento. Jaboticabal, 2002.....	43
Tabela 4. Dados médios de germinação, obtidos por meio do teste de envelhecimento acelerado (45 °C) em quatro lotes de sementes de mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>), submetidas a nove períodos de condicionamento. Jaboticabal, 2002.....	44
Tabela 5. Dados médios do teor de água obtidos após os períodos de envelhecimento acelerado (41°C e 45°C) em quatro lotes de sementes de mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>), submetidas a nove períodos de condicionamento. Jaboticabal, 2002.....	47

Tabela 6. Análise de variância dos dados referentes ao teste de condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) em sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia*) na temperatura de 25°C. Jaboticabal, 2002.....

48

Tabela 7. Condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) de quatro lotes de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia*) em amostras de 50, 75, 100 sementes embebidas em diferentes volumes de água e tempos de embebição (25°C). Jaboticabal, 2002.....

50

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Adaptações feitas na tela de alumínio (A) e distribuição das sementes usadas no teste de envelhecimento acelerado (B)....	36
Figura 2. Condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) em sementes de mutamba pertencentes a quatro lotes, embebidas a 25°C. Amostras com (A) 50 sementes, (B) 75 sementes e (C) 100 sementes, embebidas em 50 mL de água, em função de diferentes períodos de embebição.....	52
Figura 3. Condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) em sementes de mutamba pertencentes a quatro lotes, embebidas a 25° C. Amostras com (A) 50 sementes, (B) 75 sementes e (C) 100 sementes, embebidas em 75 mL de água, em função de diferentes períodos de embebição.....	53
Figura 4. Condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) em sementes de mutamba pertencentes a quatro lotes, embebidas a 25° C. Amostras com (A) 50 sementes, (B) 75 sementes e (C) 100 sementes, embebidas em 100 mL de água, em função de diferentes períodos de embebição.....	56

**Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba
(*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor.**

Resumo: O trabalho teve como objetivo verificar a eficiência de diferentes testes de vigor para identificação do potencial fisiológico de quatro lotes de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.). O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes e no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais – UNESP, Jaboticabal, SP. Foram utilizados quatro lotes de sementes provenientes de três localidades paulistas: lotes I e II, coletados no município de Jaboticabal em 2000 e 2001, respectivamente, lote III, coletado em Santa Rita do Passo Quatro, e lote IV, coletado em Luiz Antonio, os dois últimos em 2001. As sementes utilizadas em todos os testes foram escarificadas com ácido sulfúrico durante 50 minutos e lavadas em água corrente durante 15 minutos. Foram avaliados: teor de água, teste de germinação, teste de primeira contagem, índice de velocidade de germinação, emergência em viveiro, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado conduzido nas temperaturas de 41°C e 45°C, durante nove períodos de avaliação, e condutividade elétrica com diferentes números de sementes (50, 75, 100), postas para embeber em copos de plástico contendo 50, 75 e 100 mL de água desionizada, à temperatura de 25°C, fazendo leituras freqüentes durante 72 horas. Os teores de água das sementes nos diferentes lotes apresentaram pequenas variações (9,2 a 10,0 %). Não foram verificadas diferenças estatísticas para a porcentagem de germinação, emergência em viveiro e índice de velocidade de emergência. Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que o envelhecimento acelerado pode ser realizado na temperatura de 41°C por um período mínimo de 120 horas ou a 45°C durante 96 horas para avaliação do potencial fisiológico, e o teste de condutividade elétrica não se mostrou adequado para avaliação do potencial fisiológico das sementes. Os testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação mostraram-se adequados para avaliação do potencial fisiológico dos lotes. Os testes de germinação, emergência em viveiro e índice de velocidade de emergência não foram sensíveis para detectar diferenças no potencial fisiológico dos lotes

estudados. As sementes do lote III, proveniente do município de Santa Rita do Passa Quatro, apresentaram potencial fisiológico superior aos demais lotes estudados.

Palavras-chave: *Guazuma ulmifolia*; mutamba; sementes; vigor; envelhecimento acelerado; condutividade elétrica.

Evaluation of the physiologic potential of *Guazuma ulmifolia* Lam. seeds through different vigor tests

Summary: The work had as objective to compare the efficiency of different vigor tests for identification of the physiologic potential in four lots of *Guazuma ulmifolia* seeds. The experiments were carried out at Jaboticabal, State of São Paulo, Brazil. Four seed lots from three places of São Paulo State were used: lots I and II, collected in the municipal district of Jaboticabal in 2000 and 2001, lot III, collected in Santa Rita do Passa Quatro, and lot IV, collected in Luiz Antonio, the last two in 2001. The seeds used in all the tests were escarified with sulfuric acid during 50 minutes, and washed in running water during 15 minutes. The results were evaluated with base on seed moisture content, germination test, first count test, germination speed index, emergency in nursery, emergency speed index, accelerated aging at the temperatures of 41°C and 45°C (nine evaluation periods of time) and electric conductivity with different numbers of seeds (50, 75, 100), put to soak in plastic boxes containing 50, 75 and 100 mL of water, at 25°C, with frequent observations during 72 hours. The seed moisture content in the different lots presented small variations (9,2 to 10,0%). Statistical differences were not verified for the germination percentage, emergency in nursery and emergency speed index. It was concluded that the accelerated aging at 41°C during a minimum period of 120 hours or at 45°C during 96 hours can be used for evaluation of the physiologic potential of the seeds, and the test of electric conductivity was not appropriate for this purpose. The test of first count and index of germination speed showed to be adequate for evaluation of the physiologic potential of the lots. The germination tests, emergency in nursery and index of emergency speed did not detect differences in the physiologic potential of the studied lots. The seeds lot from Santa Rita do Passa Quatro presented physiologic potential superior to the other lots.

Key-Words: *Guazuma ulmifolia*; seeds; vigour; accelerated aging; electric conductivity.

1. INTRODUÇÃO

A conservação de florestas é necessária para a manutenção da qualidade de vida. Além da beleza paisagística, as formações florestais mantêm o equilíbrio climático e a diversidade florística, abrigando a fauna, protegendo os mananciais e prevenindo os processos erosivos, principalmente em regiões de declividade mais acentuada. O valor econômico das florestas naturais reside justamente em suas múltiplas funções ecológicas.

Para amenizar os impactos causados pela exploração descontrolada das espécies florestais, uma alternativa que tem sido difundido consideravelmente é o sistema de reflorestamento. Em sua implantação, as essências nativas têm sido recomendadas para o enriquecimento de áreas degradadas e, em alguns casos, para plantios homogêneos.

A utilização de sementes de boa qualidade constitui fator determinante para o êxito do empreendimento florestal, e o principal atributo da qualidade a ser considerado é a capacidade germinativa das sementes, pois, sem ela, a semente não tem valor para a semeadura, e dela também dependem a qualidade das mudas e o sucesso de um reflorestamento.

Em um programa de produção de sementes, a avaliação da qualidade fisiológica é um aspecto essencial a ser considerado. O emprego de método adequado de análise possibilita uma estimativa confiável da viabilidade e vigor, fornecendo subsídios para o descarte de lotes, reduzindo riscos e prejuízos.

Nos laboratórios, rotineiramente, são feitos testes de germinação para a avaliação do potencial fisiológico das sementes. A tecnologia de sementes tem procurado aperfeiçoar os testes de germinação e vigor, objetivando resultados que expressem a qualidade real de um determinado lote de sementes no campo.

O teste de germinação apresenta menor sensibilidade para a diferenciação da qualidade entre lotes e, também, baixa correlação com a emergência das plântulas em campo; por isso, têm-se intensificado estudos sobre testes de vigor, e os resultados têm sido satisfatórios no que diz respeito à identificação de possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes que apresentam poder germinativo semelhante (PAIVA AGUERO, 1995). Também se buscam respostas complementares às fornecidas pelo teste de germinação e a possibilidade da obtenção de informações consistentes, de preferência em prazo de tempo relativamente curto.

De acordo com MATTHEWS e POWELL (1981), um teste de vigor eficiente deve fundamentar-se em base teórica consistente, envolver procedimentos simples, de baixo custo, fornecer resultados confiáveis em um curto espaço de tempo e, freqüentemente, relacionados com a emergência das plântulas em campo.

A aplicação dos testes de vigor em sementes de espécies florestais é mais uma prática que permite estimar e comparar lotes de sementes para diferentes objetivos: o vigor de sementes entre matrizes, progênies e procedências; oferecer aos pesquisadores dados adicionais em uma fase inicial de um programa de melhoramento ou conservação genética (PIÑA-RODRIGUES e VALENTINI, 1995).

Programas internos de controle de qualidade desenvolvidos pelas entidades produtoras de sementes têm buscado o uso de testes que apresentem rapidez na obtenção dos resultados. O teste de condutividade elétrica tem apresentando vantagens como rapidez e praticidade, mostrando-se promissor para avaliação do vigor em inúmeras espécies. Outro teste que merece destaque é o de envelhecimento acelerado, bastante estudado, com o intuito de definir as condições de temperatura e tempo de exposição das sementes, sob alta umidade relativa (100%), apresentando resultados satisfatórios para algumas espécies, de acordo com diferentes recomendações ou sugestões de procedimentos (AOSA, 1983; ISTA; 1995; MARCOS FILHO, 1999). Entretanto, grande parte destes testes destinados à avaliação da qualidade fisiológica de sementes são direcionados às sementes agrícolas, com menor ênfase para as espécies olerícolas, forrageiras e florestais.

Baseado no que foi exposto, o trabalho teve como objetivo verificar a eficiência de diferentes testes de vigor para identificação do potencial fisiológico em quatro lotes de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A espécie

Guazuma ulmifolia (Sterculiaceae) é uma secundária inicial que atinge de 8 a 16 metros de altura, com tronco de 30 a 50 cm de diâmetro, conhecida por nomes populares como mutamba, guaxima macho, araticum e embiribeira (TRAPE e OLIVEIRA, 1995). Apresenta folhas oblíquas irregulares, geralmente cordadas dentadas, pilosas na parte superior e levemente branco tomentosas na parte inferior (LITTLE e WADSWORTH, 1969).

Segundo LORENZI (1992) e BARBOSA e MACEDO (1993), o florescimento desta espécie ocorre a partir do mês de setembro e estende-se até o início de novembro, sendo a inflorescência do tipo racemosa ou paniculada. O fruto tem coloração preta e, quando maduro, apresenta muitas sementes por lóculo; é considerado seco indeiscente, muricado e pentacarpelar.

Segundo ARAÚJO NETO (1997), as sementes possuem duas camadas bem distintas, evidenciando a testa e o tegma, sendo classificadas como bitégmicas, e apresentam a seguinte composição química: 20,80% de amido, 12,47% de proteínas, 10,72% de óleo e 4,31% de cinzas.

É uma espécie que forma associação micorrízica arbuscular e obtém benefício dessa associação para o seu crescimento, sendo, atualmente, bastante utilizada na recuperação de áreas degradadas (NISIZAKI e ZANGARO FILHO, 1996). A madeira é boa de se trabalhar, macia, porém com pouco brilho, pouco resistente, utilizada para carroceria, marcenaria e caixotaria (PAULA e ALVES, 1997).

A entrecasca, macerada e colocada na água, solta um muco, que é usado como aglutinante das impurezas do caldo-de-cana na confecção de rapadura,

melado ou açúcar mascavo (EMBRATER, 1983). Suas sementes produzem óleo aromático usado em perfumaria (SIQUEIRA, 1981).

No Brasil, a mutamba tem apresentado diversas utilidades na medicina; o extrato da casca crua contém protocianidinas, que inibem a secreção de clorídeos pela mucosa intestinal, que ocorre na cólera (HOR et al., 1995). Foi também demonstrada atividade antibacteriana da planta contra a enterobactéria *Salmonella typphy*, e testados extratos contra bactéria gram-positiva (CACERES et al., 1990). Sua casca adocicada é muito útil no tratamento de elefantíases e outras graves moléstias cutâneas (CORRÊA, 1978). Na Guatemala, a planta é utilizada para tratamento de infecções respiratórias (CACERES et al., 1993).

2.2. Avaliação do vigor de sementes

O conceito de vigor de sementes surgiu de forma empírica, com base na observação de que sementes colocadas para germinar produziam plântulas muito diferentes quanto à velocidade de crescimento e desenvolvimento. O vigor não é uma propriedade mensurável, como a germinação, e sim, um conceito que abrange várias características, as quais estão todas associadas com vários aspectos do comportamento das sementes durante a germinação e o desenvolvimento da planta.

No Congresso da ISTA (International Seed Testing Association) realizado em 1950, em Washington, EUA, foi criado um comitê para estudar o vigor de sementes. Nele, trabalhou-se no desenvolvimento de conceitos e métodos para avaliação do vigor. Entretanto, ainda não se tem uma definição precisa do que seja vigor de sementes. Segundo a ISTA (1995), “vigor de sementes é a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência plântula”. Para a AOSA (1983), “o vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais”.

Em 1983, a Association of Official Seed Analysts (AOSA) ressaltou a importância da precisão dos procedimentos utilizados para a condução desses

testes e dos problemas enfrentados para a padronização dos procedimentos e a apresentação dos resultados.

Além da necessidade de padronização do método e de interpretação dos resultados, para possibilitar a comparação entre resultados obtidos por diferentes analistas e laboratórios, os testes de vigor devem atender a outras exigências, como: a) relação com a emergência de plântulas em campo; b) rapidez; c) objetividade, eliminando interpretações subjetivas; d) simplicidade; e) viabilidade econômica (DELOUCHE, 1976; AOSA, 1983; TEKRONY, 1983). Conseqüentemente, o sucesso no emprego desses métodos depende, dentre outros fatores, das relações entre as informações provenientes do laboratório e o desempenho das sementes em campo, além da capacidade de diferenciar lotes quanto ao nível de vigor.

À medida que as técnicas de manejo cultural se tornam mais sofisticadas, aumenta a necessidade de se utilizarem sementes de qualidade diferenciada; portanto, aumenta a necessidade de padronização dos testes de vigor (PERRY, 1981). Por outro lado, as prioridades em pesquisas sobre os testes de vigor estão sendo reavaliadas, tendo em vista que um único teste, quer seja fisiológico, bioquímico ou de resistência a estresses, não se torna suficiente para avaliar o potencial de desempenho das sementes sob todas condições ambientais, mesmo que seja para uma única espécie (HAMPTON e COOLBEAR, 1990). Conseqüentemente, a tendência predominante é a combinação de dados de diferentes testes, levando-se sempre em consideração a finalidade do uso dos resultados e as suas limitações.

Em estudos realizados nos Estados Unidos e no Canadá, feitos com relação aos testes de vigor mais utilizados, constatou-se que os de maior aceitação, no período de 1976-1990, eram o teste de frio, o de tetrazólio e o de envelhecimento acelerado (TEKRONY, 1983; FERGUSON, 1993). No Brasil, levantamento semelhante foi realizado por KRZYZANOWSKI e FRANÇA NETO (1991), e os resultados indicaram os testes de envelhecimento acelerado, de tetrazólio e de frio como os mais utilizados por empresas produtoras de sementes. Em pesquisa desenvolvida junto a laboratórios por membros da International Seed Testing Association (ISTA) em 1990, verificou-se que predominava o uso dos testes de condutividade elétrica e de frio (HAMPTON, 1992).

O objetivo básico dos testes de vigor é a identificação de diferenças importantes no potencial fisiológico das sementes, principalmente das que compõem lotes com poder germinativo semelhante (MARCOS FILHO, 1999). Frequentemente, observa-se que lotes de sementes apresentando germinação semelhante exibem comportamentos distintos no campo e/ou no armazenamento.

Para as espécies florestais nativas, que se apresentam, na grande maioria, em estado silvestre, há carência de estudos, tornando-se necessário o desenvolvimento ou o ajuste de métodos já existentes visando a sua aplicação neste grupo de espécies. PIÑA-RODRIGUES e VALENTINI (1995) recomendaram que, para espécies tropicais, as técnicas empregadas devem ser adaptadas de acordo com as características de cada material.

2.2.1. Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado tem como princípio o aumento considerável da taxa de deterioração das sementes por meio de sua exposição a altas temperaturas e altos valores de umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999).

Segundo TEKRONY (1995), o teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais populares para avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência. A deterioração é mais rápida em sementes de baixa qualidade do que nas mais vigorosas. As sementes apresentam diminuição acentuada de sua viabilidade após serem submetidas ao envelhecimento artificial.

De acordo com PIANA et al. (1995), dentre os testes estudados, o de envelhecimento acelerado foi um dos que mais se relacionou à emergência das plântulas de cebola em campo e à obtenção de mudas vigorosas, além de identificar os lotes com diferentes níveis de vigor. O estudo com sementes de cenoura, desenvolvido por MARTINS et al. (1996), mostrou também que o teste se relacionou com a emergência de plântulas em campo.

Diversos fatores afetam o comportamento das sementes durante o teste, como: tamanho das sementes, teor inicial de água, disposição das sementes às

condições de envelhecimento sem oscilações (MARCOS FILHO, 1999). Além destes, a interação da temperatura com o período de exposição tem-se destacado.

Na descrição do teste de envelhecimento, cita-se a possibilidade da utilização da temperatura de 40 a 45°C. Mais recentemente, o teste vem sendo realizado com a temperatura de 41°C. Em condições brasileiras, o teste de envelhecimento acelerado tem sido estudado principalmente em grandes culturas, plantas forrageiras e hortaliças, sendo ainda restrito o seu uso em sementes de espécies florestais. (BALISTIERO et al., 1980; AGUIAR et al., 1987; VALENTINI e PIÑA-RODRIGUES, 1995).

Para sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora*), foi recomendado que este teste seja conduzido por períodos superiores a 120 horas, a 42°C (PIZETTA et al., 2001). Entretanto, NAKAGAWA et al. (2001), estudando o comportamento de sementes de *Eucalyptus grandis*, verificaram que o período de 72 h em câmara de envelhecimento a 42°C ocasionou a deterioração significativa das sementes em relação àquelas não envelhecidas; todavia, recomendaram que outros trabalhos devem ser desenvolvidos com outros lotes, para possibilitar recomendação das condições de envelhecimento acelerado como teste de vigor para a espécie.

FANTI e PEREZ (1997) verificaram que, para *Adenanthera pavonina*, o envelhecimento acelerado, tanto para 48 como 72 horas, à temperatura de 60°C, provocou redução significativa da germinação. Para as sementes de monjoleiro (*Acacia polyphylla*), o período de 48 horas pode ser recomendado para a aplicação do teste de envelhecimento acelerado, porque com esse período foi detectada redução significativa da germinação e do vigor das sementes (ARAÚJO NETO, 2001).

2.2.2. Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica começou a ser utilizado desde a década de 20, como provável indicativo da viabilidade de sementes de forrageiras (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). A partir da década de 60 é que as pesquisas sobre este teste passaram a ser intensificadas (DIAS e MARCOS FILHO, 1995). Foi aceito e recomendado pela ISTA para uso em sementes de ervilha (MATTHEWS e

POWELL, 1981) e, logo depois, pela AOSA em ervilha e soja (AOSA, 1983; HAMPTON e TEKRONY, 1995).

Pelo exame da literatura, constatou-se que a grande maioria das pesquisas foi conduzida com ervilha e, posteriormente, com soja, de forma que o método inicial proposto por MATTHEWS e BRADNOCK (1968) para ervilha sofreu algumas modificações e foi, posteriormente, recomendado e publicado pela ISTA (PERRY, 1981) e pela AOSA (1983), cujos métodos diferiram quanto ao número de sementes e volume de água utilizados.

O teste de condutividade elétrica é considerado promissor e interessante com referência à padronização; contudo, estudos conduzidos pelo comitê de vigor da ISTA constataram variações nos resultados entre laboratórios, decorrentes de problemas de métodos (PERRY, 1981). A condutividade elétrica tem sido relatada como um teste de vigor, o qual encerra, basicamente, dois princípios: um físico, relacionado à avaliação da corrente elétrica, por meio de uma ponte de condutividade na solução de embebição, e um biológico, que se refere à perda de lixiviados do interior da célula para o meio exterior, envolvendo processos bioquímicos inteiramente relacionados com a integridade das membranas celulares (PAIVA AGUERO, 1995; VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

A condutividade elétrica foi proposta como um teste para avaliar o vigor de sementes, considerando que sementes com baixo vigor geralmente apresentam menor velocidade para restabelecer a integridade das membranas celulares, exibindo aumento na lixiviação de solutos durante a embebição. Como consequência disso, ocorre maior perda de lixiviados, tais como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos, como K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e Na^+ . (SHORT e LACY, 1976; AOSA, 1983; GIVELBERG et al., 1984; DOIJODE, 1988; WOODSTOCK, 1988; CORTES e SPAETH, 1994; TAYLOR et al., 1995).

Neste teste, a qualidade das sementes é avaliada indiretamente por meio da determinação da condutividade elétrica na solução de embebição das sementes. Os menores valores, correspondentes à menor liberação de exsudados, indicam maior vigor, revelando menor intensidade de desorganização dos sistemas de membranas das células.

As membranas são constituídas por uma dupla camada lipoprotéica, que contém proteínas intrínsecas, que ficam no interior desta camada, e proteínas

extrínsecas, que só se relacionam com a superfície da membrana. A dupla camada age como uma barreira à difusão de material entre o interior e o exterior das células e organelas, além de proporcionar um meio adequado de ação das proteínas mensageiras. A camada lipídica é constituída por grupos hidrofóbicos e hidrófilos, os quais, dependendo do teor de água da semente, irão apresentar-se com uma determinada organização estrutural (BEWLEY, 1986).

A organização das membranas celulares é máxima por ocasião da maturidade fisiológica (ABDUL-BAKI, 1980). Entretanto, a partir desse momento, as membranas perdem sua organização estrutural em níveis variáveis, tornando-se menos ativas metabolicamente, e as sementes tornam-se secas (12 a 14% de água). À medida que as sementes perdem água, seja naturalmente ou por meio do processo de secagem artificial, ocorre desorganização das membranas celulares, e níveis de água inferiores a 20% são considerados insuficientes para manter a configuração típica da camada dupla das membranas e, conseqüentemente, os fosfolipídeos arranjam-se em forma hexagonal (SIMON, 1974). Para McKERSIE e STINSON (1980), a configuração lamelar persiste em sementes com até 5% de água.

De acordo com BEWLEY e BLACK (1994), quanto menor for o teor de água das sementes, mais desorganizados ficarão os sistemas de membranas, perdendo, temporariamente, a sua integridade.

No início do processo de embebição, a capacidade das sementes de reorganizar o sistema de membranas celulares e de reparar danos físicos e/ou biológicos, que podem ter ocorrido durante o processo de produção, influenciará a quantidade e natureza de lixiviados liberados para o meio externo (SIMON e RAJA-HARUN, 1972; BEWLEY e BLACK, 1994; VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). O ideal seria que esse processo ocorresse no menor período de tempo possível, para reduzir a ocorrência de misturas indesejáveis do conteúdo celular e a lixiviação comprometidora de eletrólitos.

A velocidade de reorganização dos sistemas de membranas reflete o nível de vigor da semente. A exsudação de constituintes celulares mostra-se inversamente associada ao vigor, com base em três fatores: reflete a perda da integridade das membranas; representa a conseqüente perda de compartimentalização dos constituintes celulares; constitui excelente substrato para

o desenvolvimento de microrganismos, acelerando o processo de deterioração (WOODSTOCK, 1973).

Os testes de vigor fornecem índices mais sensíveis do potencial fisiológico, quando comparados ao teste de germinação; dessa forma, qualquer evento que preceda a perda do poder germinativo pode servir como base para o desenvolvimento de testes de vigor (AOSA, 1983).

O teste de condutividade elétrica tem sido utilizado e recomendado para várias espécies e, apesar de oferecer resultados reprodutíveis entre laboratórios, apresenta alguns fatores que afetam seus resultados.

2.2.2.1. Fatores que interferem na condutividade elétrica

2.2.2.1.1. Período de embebição

O teste de condutividade elétrica, tradicionalmente, tem sido realizado com 24 horas de imersão para maioria das espécies, por conveniência da organização dos laboratórios de análises. Entretanto, a separação entre lotes de sementes já foi possível em um período menor de embebição.

O período de embebição das sementes tem efeito marcante, principalmente por distinguir diferenças do potencial fisiológico entre lotes. Nesse sentido, torna-se importante a condução de estudos que visem à redução do período de duração do teste, uma vez que a rapidez na obtenção das informações tem sido preconizada como fator fundamental para a dinamização dos programas internos de controle de qualidade implantados pelas empresas de sementes (DIAS, 1994).

A redução do período de embebição pode estar associada ao aumento da temperatura (LOEFFLER et al., 1988).

A perda de solutos é mais intensa no início do processo de embebição, sendo que, em sementes de cenoura, após uma hora de embebição, já ocorre estabilização do processo (SIMON e MATHAVAN, 1986).

Em sementes de amendoim, KEYS (1982) observou que a liberação de solutos ocorreu linearmente até 16 horas de embebição, havendo um aumento acentuado a partir desse ponto, o que foi atribuído a possíveis fraturas na semente

ou, até mesmo, morte de células. O autor recomendou o período de 60 a 180 minutos de embebição para avaliações da condutividade elétrica para esta espécie.

Alguns pesquisadores têm buscado a determinação do protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de hortaliças. LIMA (1993), trabalhando com sementes de cebola, não verificou sensibilidade do teste para separação de lotes de alto e de baixo vigor. Da mesma maneira, ARGERICH e BRADFORD (1989) e NOVENBRE et al. (1995) não obtiveram resultados consistentes com sementes de tomate. Pesquisas com sementes de couve-flor, cebola e cenoura mostraram que o teste permitiu a separação dos lotes em níveis de vigor, havendo a possibilidade de redução do período de condicionamento das sementes (DIAS et al., 1996).

LOOMIS e SMITH (1980), estudando a definição do protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor em sementes de repolho, obtiveram as melhores respostas após quatro horas de embebição. Em sementes de alface, GUIMARÃES et al. (1993) verificaram que este período de embebição foi o mais adequado para distinguir lotes de sementes de alto e baixo vigor.

TORRES et al. (1998), com o objetivo de verificar a possibilidade de redução do período de condicionamento das sementes de maxixe no teste de condutividade elétrica, realizaram leituras após 2, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas de embebição, concluindo que é possível reduzir para quatro horas o período de condicionamento das sementes.

DIAS et al. (1998), estudando o teste de condutividade elétrica para avaliação rápida do vigor de sementes de quiabo e de feijão-de-vagem, verificaram que, para sementes de quiabo, após quatro horas de condicionamento, foi possível a identificação do lote com melhor desempenho. Contudo, para as duas espécies estudadas, informações mais precisas sobre o vigor dos lotes foram obtidas com 24 horas de embebição.

Para as sementes de tomate, KRISHNASAMY e RAMARAJPALANIAPPAN (1989) observaram que, dentre os períodos estudados (2, 4, 6, 8, 10 e 12h), o de quatro horas de embebição proporcionou resultados mais consistentes. Por sua vez, SÁ (1999) verificou que existe a possibilidade de redução do tempo de embebição de 24 para 6 horas no teste de condutividade elétrica de sementes de tomate.

Em sementes de *Leucaena leucocephala*, diferentes tempos de embebição foram estudados, e o período de 72 horas apresentou tendência de maior efetividade na separação dos lotes, embora, em todos os tempos testados (24, 48 e 72h), tivessem sido detectadas diferenças significativas entre lotes (DUBOC et al., 1993).

Segundo AMARAL et al. (1997), o período de 24 horas é suficiente para estimar a qualidade fisiológica em sementes de *Cordia trichotoma*, quando se utilizam quatro repetições de 50 sementes em 75 mL de água desionizada, permitindo a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

2.2.2.1.2. Temperatura

O efeito da temperatura sobre a lixiviação manifesta-se, basicamente, sobre a quantidade e velocidade de perda de lixiviados, traduzindo-se na magnitude do valor da condutividade, sem alterar, entretanto, a classificação dos lotes (HAMPTON, 1995).

A temperatura de embebição reflete-se na velocidade de embebição e de lixiviação de eletrólitos do interior das células para o meio externo (LEOPOLD, 1980).

O aumento da temperatura de embebição pode levar à ruptura nos sistemas de membranas, permitindo liberação de lixiviados para o meio externo, causando aumento da energia de ativação das moléculas, alterando a viscosidade da água e, conseqüentemente, aumentando os valores de condutividade (POWELL, 1986; LOEFFLER et al., 1988; VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). Por outro lado, verifica-se que, em baixas temperaturas, o processo de reorganização de membranas é mais lento, e o período de perda de lixiviados pelas sementes é mais longo (GIVELBERG et al., 1984).

A temperatura de 20°C ainda é comum no condicionamento das sementes para o teste de condutividade elétrica; entretanto, recomenda-se o uso de 25°C, por ser a temperatura de embebição e de avaliação mais coerente com as condições ambientais dos laboratórios de análise de sementes (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

No caso de sementes pequenas, a lixiviação máxima pode ocorrer num período inferior a duas horas (MURPHY e NOLAND, 1982), ao passo que em sementes maiores, como a de soja, verificou-se aumento de lixiviação de 24 a 30 horas após o início da embebição, em temperatura de 25°C (LOEFFLER et al., 1988).

Além da temperatura de embebição, a temperatura de avaliação tem efeito direto e significativo sobre os resultados da condutividade elétrica. Em sementes de soja, LOEFFLER et al. (1988) verificaram que aumentos ou reduções de 5°C na temperatura de avaliação proporcionaram alterações significativas nos resultados de condutividade elétrica; os autores recomendaram que o número de amostras retiradas da câmara a 25°C deve ser suficiente para ser avaliado num período máximo de 15 minutos.

2.2.2.1.3. Volume de água e número de sementes

O aumento da quantidade de água minimiza o efeito do número de sementes, ou seja, quando se trabalha com volume maior de água (250mL), a condutividade elétrica não sofre interferência do número de sementes (50 e 100 sementes), ao passo que, em menor quantidade de água (125mL), varia significativamente em função do número de sementes empregado (HAMPTON et al., 1994).

Em sementes de hortaliças, foram observadas diferenças no volume de água utilizado para condução do teste: a) 250mL: em sementes de ervilha e grão de bico (DESWAL e SHEORAN, 1993; POWELL et al., 1997); b) 100 mL: em sementes de pimentão (DEMIR e ELLIS, 1992); c) 75mL: em sementes de alface (GUIMARÃES et al, 1993), cebola (TORRES, 1998), cenoura (ANDRADE et al., 1995), grão-de-bico (RAM et al., 1989) e tomate (SÁ, 1999); d) 50mL: pimentão (TRAWATHA et al., 1990) e tomate (RODO et al., 1998); e) 25mL: em sementes de cebola (PIANA et al., 1995), pimentão (TORRES, 1996; PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 1998) e tomate (CAVARIANI et al., 1994).

Com relação ao número de sementes, LOEFFLER et al. (1988), trabalhando com sementes de soja, observaram que o uso de 50 sementes, em comparação a 25, proporcionou redução no coeficiente de variação, levando a maior uniformidade

dos resultados. GUIMARÃES et al. (1993) estudaram a influência do número de sementes de alface (25, 50 e 100) sobre os resultados da condutividade elétrica e verificaram que a utilização de 50 sementes foi mais adequada para condução do teste. No caso de sementes de tomate, SÁ (1999) não observou diferenças significativas entre os valores de condutividade em função do número de sementes empregado (25, 50 e 100 sementes).

BARBEDO e CÍCERO (1998) verificaram que o teste de condutividade elétrica durante 24 horas de embebição a 25°C favoreceu uma estimativa do potencial germinativo de lotes de sementes de *Inga uruguensis*. ZUCARELI (1999) afirmou que o teste de condutividade elétrica realizado com 10 sementes em 75 mL de água destilada por um período de 4 horas mostrou-se eficiente na separação de lotes de sementes de farinha-seca (*Albizia hasslerii*).

Em estudos realizados por MARQUES (2001) comparando diferentes volumes de água, números de sementes e temperaturas, esse teste mostrou-se eficiente para diferenciação de três lotes de sementes de *Dalbergia nigra*, apresentando alta correlação com o teste de germinação. Para tanto, o autor recomendou o número de 50 sementes, embebidas por, pelo menos, 30 horas em 75 mL de água desionizada a 25°C.

Em sementes de tarumã-de-espinho (*Citharexylum montevidense*), a realização do teste de condutividade à temperatura de 20°C, com oito repetições de 20 sementes em 100mL de água durante oito horas, não foi eficiente para identificar o período de maturidade fisiológica dessa espécie (LEONHARDT, 2000).

O desempenho de sementes de duas populações de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) foi estudado por MORAES et al. (1997), por meio do teste de condutividade elétrica, utilizando-se 50 sementes e 75 mL de água a 25°C durante 24 horas. Os autores verificaram que valores acima de 720 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ da condutividade elétrica corresponderam a valores nulos de germinação, que indicam sementes totalmente deterioradas.

Além dos fatores citados, outros podem afetar os resultados da condutividade elétrica. Destacam-se: a) o genótipo dentro de uma mesma espécie e/ou cultivar (SHORT e LACY, 1976; SCHMIDT e TRACY, 1989; VIEIRA et al., 1996; PANOBIANCO e VIEIRA, 1996; VIEIRA et al., 1998 e PANOBIANCO et al., 1999); b) o teor de água inicial das sementes (TAO, 1978; McDONALD Jr. e

WILSON, 1979; LOEFFLER et al., 1988; HAMPTON et al., 1992; HAMPTON et al., 1994; CARVALHO, 1994; PENARIOL, 1997); c) o estágio de desenvolvimento no momento da colheita (POWELL, 1986); d) as mudanças na estrutura e composição da semente durante o desenvolvimento (STYER e CANTLIFFE, 1983). e) tamanho da semente (TAO, 1978; DESWAL e SHEORAN, 1993); f) massa da semente (HEPBURN et al., 1984; SIDDIQUE e GOODWIN, 1985); g) presença de sementes danificadas fisicamente (TAO, 1978); h) integridade do tegumento (SAMAD e PEARCE, 1978; DUKE e KAKEFUDA, 1981) e sua permeabilidade (POWELL e MATTHEWS, 1979); i) cor da semente (SHORT e LACY, 1976); j) tamanho do recipiente de embebição (LOEFFLER et al., 1988); l) qualidade da água (TAO, 1978; LOEFFLER et al., 1988); m) equipamento usado para a leitura da condutividade (HEPBURN et al., 1984); n) expressão dos resultados (MULLET e WILKINSON, 1979 e SIDDIQUE e GOODWIN, 1985).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes e no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, SP.

3.1. Obtenção das sementes

Foram utilizados quatro lotes de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) provenientes de três locais do Estado de São Paulo: Lotes I e II, coletados no município de Jaboticabal em 2000 e 2001; Lote III, coletado em Santa Rita do Passa Quatro, e Lote IV, coletado em Luiz Antonio, ambos em 2001.

Os frutos provenientes de Jaboticabal e Luiz Antonio foram colhidos pela agitação dos ramos de 10 árvores matrizes. Em seguida, foram levados para o laboratório, onde as sementes foram extraídas dos frutos a partir das fendas localizadas na sua porção inferior, com o auxílio de uma espátula fina, para evitar danos mecânicos. As sementes provenientes de Santa Rita do Passa Quatro (2001) foram colhidas de 12 árvores matrizes na respectiva localidade.

Com a finalidade de se obterem lotes com maior homogeneização, antes da instalação dos testes, as sementes foram classificadas por peneira com diâmetro $\geq 2,0$ mm e armazenadas em câmara fria a 10°C até o início dos testes (Janeiro de 2002). Em todos os testes, foram utilizadas sementes escarificadas com ácido sulfúrico durante 50 minutos, conforme recomendação de ARAÚJO NETO (1997). Em seguida, foram lavadas em água corrente durante 15 minutos.

3.2. Determinação do teor de água

Foi efetuado pelo método estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Foram

utilizadas duas amostras de 0,30 g de sementes para cada lote, com aproximadamente 50 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada lote.

3.3 Teste de germinação

Foi realizado com 200 sementes (quatro repetições de 50 sementes) para cada lote, distribuídas em caixas de plástico tipo “gerbox” contendo como substrato papel de filtro umedecido com quantidade de água 2,5 maior que o peso do papel, e colocadas para germinar em temperatura de 30°C, com fotoperíodo de 8 horas. As contagens foram realizadas a partir do 5º dia após a semeadura até 28 dias após a instalação do teste, segundo os critérios de ARAÚJO NETO (1997). Foram computadas as porcentagens de plântulas normais para cada repetição, obtendo-se os dados médios por lote.

3.4 Teste de primeira contagem de germinação

Foi conduzido conjuntamente com o teste de germinação, consistindo na contagem de plântulas normais encontradas na primeira contagem do referido teste, que foi realizada no 5º dia após semeadura, considerando-se as plântulas normais, segundo recomendações de ARAÚJO NETO (1997). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais por lote.

3.5. Índice de velocidade de germinação (IVG)

Este teste foi realizado juntamente com o teste padrão de germinação. As avaliações das plântulas normais foram realizadas diariamente, à mesma hora, a partir da primeira contagem da germinação até o último dia de contagem de germinação (MAGUIRE, 1962). O IVG foi calculado empregando a fórmula:

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}, \text{ sendo:}$$

G_1 , G_2 , G_N = número de plântulas normais, computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem; N_1 , N_2 , N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagens.

3.6. Emergência em viveiro

O teste foi instalado no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus da UNESP de Jaboticabal/SP. Para cada lote, foram utilizadas quatro repetições de 12 tubetes contendo o substrato vermiculita, totalizando 48 sementes por repetição para cada lote. Foram colocadas quatro sementes por tubete para germinar em casa de vegetação, com 50% de sombreamento e irrigação intermitente. As avaliações das plântulas foram realizadas a partir do 7º dia após a semeadura até 28 dias após a instalação do teste. Durante o período experimental em viveiro, a temperatura média ambiente foi de 22,9°C, a umidade relativa do ar, de 73%, a temperatura máxima, de 33,3°C e a mínima, de 12,6°C.

3.7. Índice de velocidade de emergência (IVE)

Foi realizado juntamente com a emergência em viveiro. Foram contadas as plântulas normais todos os dias, no mesmo horário, a partir do sétimo dia após a instalação do teste de primeira contagem da emergência até a sua estabilização. O cálculo do IVE foi realizado conforme descrição feita no item 3.5, considerando a velocidade de emergência das plântulas.

3.8. Envelhecimento acelerado

Este teste foi conduzido utilizando-se caixas de plástico tipo “gerbox” (11,0 x 11,0 x 3,5cm), possuindo, em seu interior, uma bandeja de tela de alumínio, onde as sementes, após serem pesadas (aproximadamente 2,0 g), foram distribuídas de maneira a formarem camada simples sobre a superfície da tela. Em decorrência do tamanho das sementes, foram feitas algumas adaptações na tela de alumínio: na parte superior da tela, foi fixado um tecido em forma de rede (filó) e na inferior,

foram colocadas fitas, com a finalidade de proporcionar umidade mais uniforme, para as sementes (Figura 1).

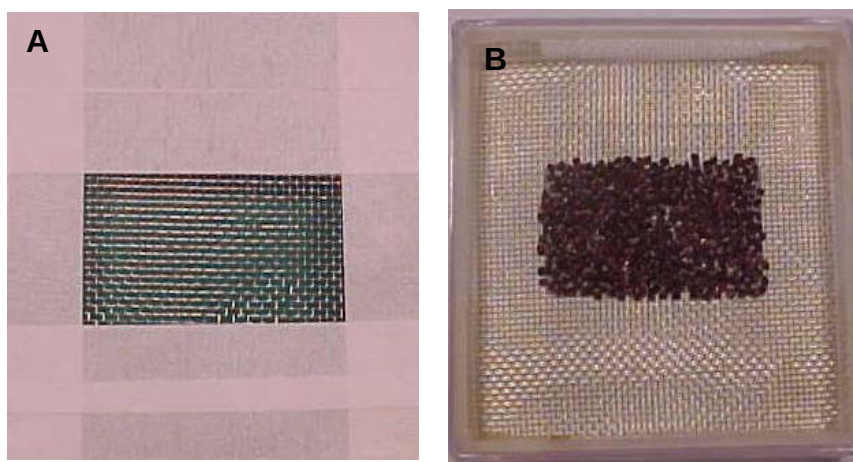


Figura 1. Adaptações feitas na tela de alumínio (A) e distribuição das sementes usadas no teste de envelhecimento acelerado (B).

No interior das caixas de plástico, foram adicionados 40 mL de água. Em seguida, as caixas foram tampadas e mantidas em incubadora por nove períodos de envelhecimento: 0h (sem envelhecimento), 16h, 24h, 32h, 48h, 60h, 72h, 96h e 120h, em duas temperaturas (41°C e 45°C).

Após cada período de envelhecimento, quatro repetições de 50 sementes por tratamento foram colocadas para germinar, conforme descrito no item 3.3. A avaliação foi realizada todos os dias, a partir do 5º dia após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais. Antes e após cada período de envelhecimento, foi avaliado o teor de água das sementes, visando à avaliação da uniformidade das condições do teste.

3.9. Condutividade elétrica

Para cada lote, foram pesadas quatro repetições com diferentes números de sementes (50, 75, 100). Em seguida, as sementes foram postas para embeber em copos de plástico (200 mL) contendo 50, 75 e 100 mL de água desionizada (2,5 µmhos/cm de condutividade) e mantidas em temperatura de 25°C durante 72 horas. A condutividade elétrica da solução foi avaliada após 30 min, 2h, 4h, 6h, 8h, 16h, 24h, 32h, 48h e 72h de embebição, totalizando 10 períodos de avaliação.

Após cada período de embebição, a condutividade elétrica da solução foi avaliada por meio de leituras em condutivímetro DIGIMED DM – 31. O resultado da leitura foi dividido pela massa seca (g) da amostra, e os valores, expressos em $\mu\text{mhos/cm/g}$ de sementes. Antes do teste, foi determinado o teor de água conforme o item 3.2.

3.10. Delineamento estatístico

Os resultados de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, emergência em viveiro e índice de velocidade de emergência foram avaliados seguindo delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (lotes) e quatro repetições, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para o envelhecimento acelerado, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamento (lotes) e quatro repetições de 50 sementes, para cada período e temperatura de envelhecimento isoladamente, visando verificar o comportamento dos lotes dentro de cada período. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a condutividade elétrica, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas para o período de embebição. Os resultados foram analisados por esquema fatorial ($4 \times 3 \times 3$), sendo quatro lotes x três números de sementes x três volumes de água, e as parcelas foram representadas por 10 períodos de embebição das sementes.

Os graus de liberdade para a interação entre lote, número de sementes, volume de água e tempo de embebição foram decompostos pelo uso da análise de regressão polinomial até terceiro grau. O modelo escolhido correspondeu àquele de maior grau que, na decomposição dos graus de liberdade, apresentou significância estatística a 5% pelo teste F.

As médias de condutividade elétrica entre os lotes, para cada combinação, número de sementes, volume de água e tempo de embebição, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação inicial da qualidade fisiológica

A análise de variância dos dados referentes à qualidade fisiológica inicial das sementes encontra-se na Tabela 1. Constataram-se diferenças significativas entre os lotes apenas nos testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação.

Na Tabela 2, encontra-se a avaliação inicial da qualidade fisiológica dos lotes de sementes de mutamba efetuada em laboratório, pela determinação do teor de água das sementes e por meio dos testes de primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), e em viveiro, pela emergência de plântulas normais e índice de velocidade de emergência (IVE).

Tabela 1. Análise de variância para germinação (%), primeira contagem de germinação (%), índice de velocidade de germinação, emergência em viveiro (%) e índice de velocidade de emergência em quatro lotes de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia*). Jaboticabal, 2002.

Fontes de Variação	Quadrados Médios				
	Germinação (%)	Primeira Contagem (%)	Índice de velocidade de germinação	Emergência em Viveiro (%)	Índice de velocidade de emergência
Lote (L)	299,3333 ^{ns}	498,2500*	3,203*	13,6219 ^{ns}	0,5033 ^{ns}
Resíduo	108,8333	83,9167	0,8639	65,7893	0,2772
Médias	59,50	42,63	5,49	59,54	3,74
CV (%)	17,53	21,49	16,94	13,62	14,10

- - Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F. ns – Não significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Teor de água (%) e resultados da qualidade fisiológica inicial dos lotes de sementes de mutamba em laboratório e viveiro, avaliada pelos testes de primeira contagem (%), germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE). Jaboticabal, 2002.

	Laboratório				Viveiro	
	Teor de água (%)	Primeira Contagem (%)	Germinação (%)	IVG	Emergência (%)	IVE
Lote I	10,0	33,0 b	63,0 a	5,10 ab	58,2 a	3,24 a
Lote II	9,5	36,0 b	58,0 a	4,68 b	57,8 a	4,05 a
Lote III	9,2	58,0 a	73,0 a	6,75 a	61,7 a	3,71 a
Lote IV	9,3	43,5 ab	64,5 a	5,41 ab	60,4 a	3,92 a
CV		13,32	12,09	16,94	9,67	14,10
Média		42,63	64,63	5,48	59,54	3,73

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Com relação aos dados referentes ao teor de água das sementes nos diferentes lotes, verifica-se que apresentaram pequenas variações (9,2 a 10,0 %). Esse fato é importante para a execução dos testes, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO et al., 1987; LOEFFLER et al., 1988; KRZYZANOWSKI e FRANÇA NETO., 1991; HAMPTON e TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 1999). O teor de água elevado pode favorecer o desempenho das sementes nos testes. No envelhecimento acelerado, se as sementes apresentarem teores de água inicial muito distintos, há variação acentuada na velocidade de umedecimento e, certamente, diferenças na intensidade de deterioração. Com relação à germinação em laboratório e viveiro, as sementes mais úmidas, dentro de certos limites, germinam mais rapidamente. Os teores de água das sementes dos lotes analisados não variaram muito, sendo possível compará-los entre si.

Verifica-se, na Tabela 2, que os lotes não diferiram entre si pelo teste de germinação em laboratório, emergência em viveiro e índice de velocidade de emergência; entretanto, o teste de primeira contagem de germinação em laboratório indicou que os lotes I e II diferiram estatisticamente do lote III. Normalmente, a capacidade dos testes de laboratório para estimar o potencial de emergência das plântulas diminui à medida que as condições de ambiente vão se desviando das mais adequadas, tornando-se praticamente nula sob condições extremamente

desfavoráveis. Verificou-se, para todos os lotes, que os resultados de germinação foram semelhantes aos encontrados para a emergência de plântulas em viveiro. Isso, provavelmente, ocorreu por causa das condições favoráveis de ambiente em ambos os testes. O teste de germinação foi conduzido na temperatura de 30°C e a temperatura máxima em viveiro foi de 33,3°C.

O teste de primeira contagem de germinação e o índice de velocidade de germinação mostraram-se mais sensíveis que o teste de germinação e a emergência das plântulas em viveiro. Segundo NAKAGAWA (1999), o teste de primeira contagem de germinação, muitas vezes, expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação entre lotes do que os índices de velocidade de germinação. É um teste considerado menos trabalhoso que o de velocidade de germinação. De acordo com VALENTINI e PIÑA-RODRIGUES (1995), o teste de primeira contagem apresenta eficiência reduzida quanto à detecção de pequenas diferenças de vigor.

Para o índice de velocidade de germinação, foi observado que o lote II apresentou-se como o de menor potencial fisiológico, não diferindo estatisticamente dos lotes I e IV. Embora a redução da velocidade da germinação não esteja relacionada com os primeiros eventos do processo de deterioração de sementes, este teste tem sido bastante utilizado, apresentando resultados coerentes com o potencial fisiológico das sementes.

MARCOS FILHO (1998) ressaltou a importância de se fazer uso de mais de um teste para determinar o vigor de lotes de sementes. Isso se deve à influência dos métodos adotados e do uso de situações específicas de estresse para estimar o comportamento relativo dos lotes (TEKRONY e EGLI, 1977; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

4.2. Avaliação do envelhecimento acelerado nas temperaturas de 41°C e 45°C

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado, utilizando-se duas temperaturas (41°C e 45°C) e nove períodos de condicionamento, estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3. Dados médios de germinação obtidos por meio do teste de envelhecimento acelerado (41°C) em quatro lotes de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia*), submetidas a nove períodos de condicionamento. Jaboticabal, 2002.

Períodos (horas)	Germinação (%)			
	Lote I	Lote II	Lote III	Lote IV
0	67,00 a	56,00 a	73,00 a	64,50 a
16	61,50 b	60,00 b	73,00 a	62,00 b
24	60,00 a	57,00 a	71,00 a	69,50 a
32	58,50 a	52,00 a	68,50 a	54,00 a
48	58,50 b	49,00 b	73,50 a	48,00 b
60	50,00 b	41,00 b	72,50 a	46,00 b
72	46,00 ab	39,00 b	59,50 a	37,50 b
96	51,51 ab	36,00 b	65,50 a	33,50 b
120	47,50 b	31,00 c	64,50 a	27,00 c

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Dados médios de germinação, obtidos por meio do teste de envelhecimento acelerado (45°C) em quatro lotes de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia*), submetidas a nove períodos de condicionamento. Jaboticabal, 2002.

Períodos (horas)	Germinação (%)			
	Lote I	Lote II	Lote III	Lote IV
0	63,00 a	57,00 a	72,00 a	64,00 a
16	46,00 b	54,50 ab	64,00 a	50,00ab
24	43,00 b	52,50 ab	67,50 a	50,50 ab
32	46,50 a	49,50 a	67,00 a	51,00 a
48	43,00 b	54,00 ab	63,50 a	46,00 b
60	39,00 b	41,50 b	64,00 a	46,00 ab
72	38,50 ab	39,00 ab	60,50 a	40,00 ab
96	27,00 b	28,00 b	61,00 a	41,00 b
120	25,50 b	27,00 b	56,00 a	36,00 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Foi possível verificar que o estresse de temperatura e umidade imposto pelo teste de envelhecimento fez reduzir acentuadamente a germinação dos lotes, sendo isso mais evidente para os lotes que apresentam potencial fisiológico inferior (Tabelas 3 e 4).

Para a germinação obtida por meio do teste de envelhecimento acelerado na temperatura de 45°C (Tabela 4), observou-se que, no período de 16 horas, o lote III apresentou melhor potencial fisiológico, não diferindo estatisticamente dos lotes II e IV. Entretanto, quando as sementes foram submetidas aos períodos de 24 e 32

horas de condicionamento, não foram verificadas diferenças significativas entre os lotes estudados. AGUIAR et al. (1987), em *Eucalyptus citriodora* Hook, verificaram que, para os diferentes tamanhos de sementes testados, 24 horas de envelhecimento a 42°C foram insuficientes para ocasionar diminuição de germinação. Para as sementes de monjoleiro (*Acacia polyphylla*), o período de 48 horas foi recomendado para a aplicação do teste de envelhecimento acelerado, porque, com esse período, foi detectada redução significativa da germinação e do vigor das sementes (ARAÚJO NETO, 2001).

Neste teste, classificado como de estresse, em que se avalia a germinação após as sementes serem submetidas a condições de alta temperatura e umidade, a estratificação dos lotes foi semelhante à obtida no teste de primeira contagem e no índice de velocidade de germinação realizados no laboratório (Tabela 2), em que se observou que o lote III apresentou-se como o de melhor potencial fisiológico, apesar de não diferir estatisticamente dos outros lotes em alguns períodos de envelhecimento.

Os resultados encontrados no trabalho evidenciam que os tratamentos empregados foram suficientes para ocasionar o envelhecimento das sementes. Várias pesquisas têm sido desenvolvidas tentando esclarecer os mecanismos que determinam a deterioração das sementes e verificar as transformações que ocorrem durante este teste. De acordo com DIAS e MARCOS FILHO (1995), a exposição das sementes a temperatura e umidade elevadas provocam sérias alterações degenerativas no metabolismo da semente, desencadeando a desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares, causadas, principalmente, pela peroxidação de lipídios.

Em sementes de *Eucalyptus grandis* (NAKAGAWA et al., 2001) verificaram que o período de 72 horas em câmara de envelhecimento a 42°C ocasionou deterioração significativa das sementes, em relação àquelas não envelhecidas; entretanto, os autores recomendaram que outros trabalhos sejam desenvolvidos com outros lotes, para possibilitar recomendação das condições de envelhecimento acelerado como teste de vigor para a espécie. De acordo com PIZETTA et al. (2001), este teste deve ser conduzido por períodos superiores a 120 horas a 42°C, para as sementes de coração-de-negro (*Poecilanthus parviflora*).

De forma geral, as temperaturas de 41°C e 45°C proporcionaram a identificação do lote 3 como de melhor potencial fisiológico (Tabelas 3 e 4).

Neste estudo, observou-se que o teste de envelhecimento realizado na temperatura de 41°C mostrou resultados mais consistentes na diferenciação dos lotes no período de 120 horas de exposição, enquanto, na temperatura de 45°C, essa separação foi observada a partir do período de 96 horas. Esse fato pode ser atribuído aos efeitos da temperatura de 45°C, que foram mais drásticos sobre a germinação. A descrição do teste de envelhecimento cita a possibilidade da utilização de temperaturas de 40 a 45°C; mais recentemente, grande parte dos pesquisadores que se dedicam a estudos sobre este teste indicam o uso de 41°C (MARCOS FILHO, 1999). De acordo com estudos realizados, ainda não há consenso entre os pesquisadores quanto aos períodos mais adequados para execução do teste de envelhecimento acelerado com sementes de diversas espécies de importância econômica.

Com relação aos teores de água obtidos após os períodos de envelhecimento (Tabela 5), houve variação entre os lotes de 2,1 a 3,7% quando se utilizou a temperatura de 41°C, e 1,5 a 3,7% 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 presente trabalho, verificou-se que a variação máxima encontrada foi de 3,7%, ou seja, dentro dos limites toleráveis.

Tabela 5. Dados médios do teor de água obtidos após os períodos de envelhecimento acelerado (41°C e 45°C) em quatro lotes de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia*), submetidas a nove períodos de condicionamento. Jaboticabal, 2002.

Períodos (horas)	Teor de água após o envelhecimento acelerado							
	41°C				45°C			
	Lote I	Lote II	Lote III	Lote IV	Lote I	Lote II	Lote III	Lote IV
16	24,2	23,4	26,7	23,2	25,9	25,4	24,7	26,2
24	32,4	29,9	31,3	31,4	29,2	28,8	27,8	30,0
32	36,3	38,9	36,7	35,8	34,6	32,7	32,2	33,5
48	38,1	34,7	36,3	38,1	35,7	35,7	33,2	36,9
60	40,5	38,4	41,3	40,9	38,8	37,8	36,8	38,1
72	43,9	43,4	41,8	41,1	37,1	35,9	36,0	35,4
96	43,6	41,7	39,9	40,2	39,2	41,9	39,3	38,5
120	43,1	40,9	41,5	43,3	44,4	44,2	43,3	42,1

Os maiores teores de água atingidos pelas sementes após os períodos de envelhecimento acelerado foram de 43,9% na temperatura de 41°C e 44,4% a 45°C. Esses valores são próximos aos obtidos com 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. NAKAGAWA et al. (2001) afirmaram que sementes de *Eucalyptus grandis*, pertencentes a duas classes de tamanhos, atingiram 30% de água quando foram submetidas a 72 horas de envelhecimento a 42°C. ARAÚJO NETO (2001), em sementes de *Acacia polyphylla*, encontrou 44,2% de umidade no período de 48 horas.

4.3 Avaliação da condutividade elétrica

Os valores de F obtidos na análise de variância, para a condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) à temperatura de 25°C, encontram-se na Tabela 6, e permitem constatar que ocorreram efeitos significativos de todas as fontes de variação, excetuando número de sementes e sua interação com volume de água.

Tabela 6 - Análise de variância dos dados referentes ao teste de condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) em sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia*) na temperatura de 25°C. Jaboticabal, 2002.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	Valor de F
Lote (L)	3	70517,8340	15,98**
Número de Sementes (NS)	2	3233,9530	0,73 ^{NS}
Volume de Água (VA)	2	739629,3250	167,61**
L x NS	6	31656,1670	7,17**
L x VA	6	17149,8550	3,89**
NS x VA	4	7107,9100	1,61 ^{NS}
L x NS x VA	12	12817,9410	2,90**
Erro A	108	4412,8620	
(Parcelas)	143		
Tempo (T)	9	178707,3930	2373,38**
T x L	27	4441,4230	58,99**
T x NS	18	563,6180	7,13**
T x VA	18	4414,0990	58,62**
T x L x NS	54	515,1120	6,84**
T x L x VA	54	277,6720	3,69**
T x NS x VA	36	286,6290	3,81**
T x L x NS x VA	108	164,5860	2,19**
Erro B	972	75,2960	
Média Geral		121,7836	

** - Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns – Não significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os teores de água das sementes antes da realização do teste foram: 10,2% para o lote I; 9,7% para o lote II; 9,8% para o lote III; 9,6% para o lote IV. Para o teste de condutividade elétrica em soja, a recomendação para o teor de água das sementes, antes da condução do teste, é de 11 a 17% (AOSA, 1983), enquanto TAO (1978) e LOEFFLER et al. (1988) recomendaram o uso de sementes com teor de água entre 13 e 18%.

Embora os valores dos teores de água (9,6 a 10,2%) das amostras do experimento estejam um pouco abaixo do recomendado para sementes de soja, valores muito altos de condutividade elétrica somente começam a ser encontrados quando o teor de água inicial é inferior a 8,8%, de acordo com TAO (1978), HAMPTON et al. (1992), PRETE (1992) e VANZOLINI e NAKAGAWA (1999). Além disso, os valores encontrados no trabalho não variaram muito entre as amostras analisadas, podendo ser comparados entre si. MARQUES (2001) utilizou sementes de jacarandá-da-bahia com teores de água variando de 9,4% a 10,6%, e considerou que estas diferenças não afetariam os resultados dos testes.

Na Tabela 7, encontram-se os dados da condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) à temperatura de 25°C , com diferentes números de sementes, volumes de água e períodos de embebição. De forma geral, os resultados obtidos, nas diversas combinações, indicaram um aumento progressivo dos lixiviados com o decorrer do período de embebição, o que se mostra coerente com as observações feitas por LOEFFLER et al. (1988), MARCOS FILHO et al. (1990), DIAS et al. (1996) e MARQUES (2001). Constatou-se também que, com o aumento do volume de água, quando se mantiveram constantes os outros fatores (número de sementes e período de embebição), estabeleceu-se, em geral, relação direta com a diminuição do valor da lixiviação. LOEFFLER (1981) verificou maiores valores de condutividade elétrica em menores volumes de água, e atribuiu isso ao fato de que a embebição, em um volume maior de água, implica maior diluição dos lixiviados.

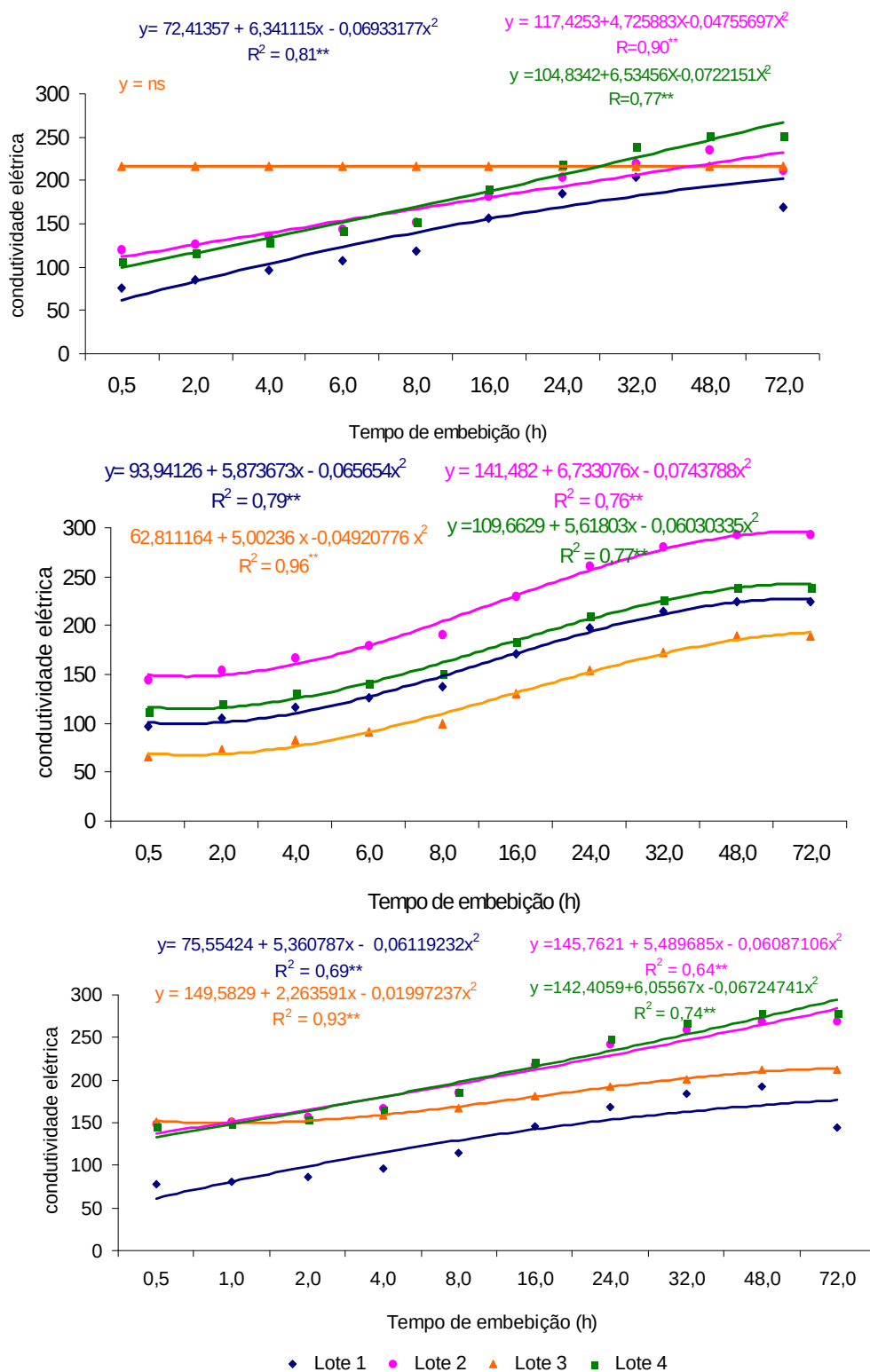


Figura 2. Condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) em sementes de mutamba pertencentes a quatro lotes, embebidas a 25°C . Amostras com (A) 50 sementes, (B) 75 sementes e (C) 100 sementes, embebidas em 50 mL de água, em função de diferentes períodos de embebição.

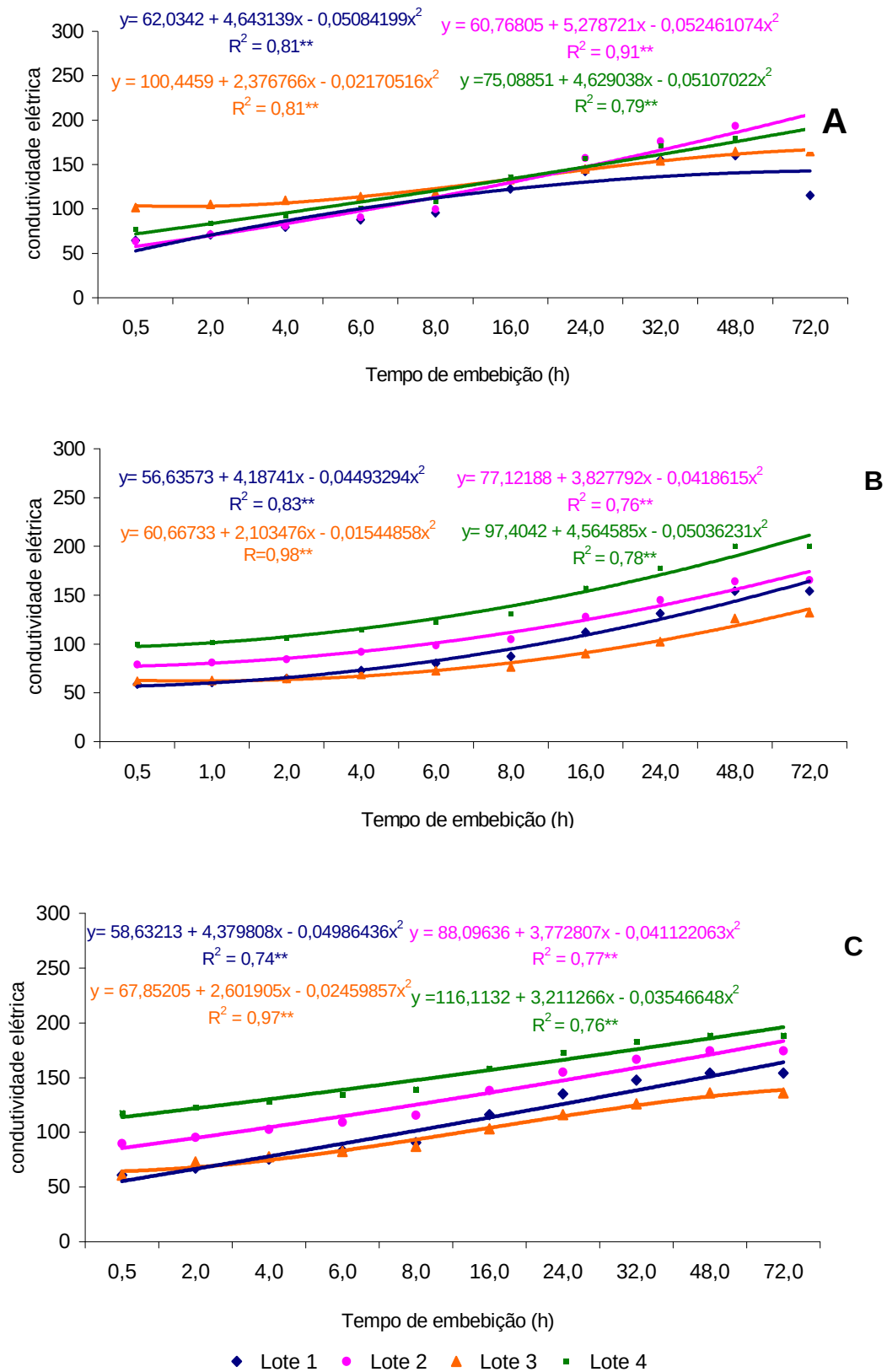


Figura 3. Condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) em sementes de mutamba pertencentes a quatro lotes, embebidas a 25°C . Amostras com (A) 50 sementes, (B) 75 sementes e (C) 100 sementes, embebidas em 75 mL de água, em função de diferentes períodos de embebição.

Na Figura 2A e na Tabela 7, estão os resultados obtidos com o teste de condutividade elétrica para a combinação 50 sementes e 50 mL de água. Nos primeiros períodos de embebição, os valores de condutividade diferiram entre os lotes, e estas diferenças desapareceram a partir do período de 8 horas de embebição. Resultados similares são observados quando se utilizou o mesmo número de sementes com 75 mL de água; entretanto, houve antecipação do período de embebição para 4 horas.

Conforme mostram as Figuras 2A e 3A (50 sementes, com 50 e 75 mL de água), não houve ordenação dos lotes quanto ao vigor, dificultando indicações mais precisas sobre o potencial fisiológico de cada lote, principalmente quando se aumentou o volume de água (Figura 3A).

Em geral, para as combinações com 50 sementes nos diferentes volumes de água estudados (50, 75 e 100mL), não foram verificadas diferenças estatísticas no vigor dos lotes. Provavelmente, o tamanho das sementes tenha influenciado esses resultados, pois, quando aumentou o número de sementes, foram observados resultados contraditórios aos encontrados com estas combinações.

Observando os dados obtidos para o teste de condutividade elétrica, na combinação 100 sementes em 50 mL de água, o lote I aparece como o de melhor potencial fisiológico, já nos 30 minutos de embebição (Tabela 7 e Figura 2C). A partir de 8 horas de embebição, o lote III apresentou menor quantidade de lixiviados em relação aos lotes II e IV, sendo que, em alguns períodos, não diferiu estatisticamente.

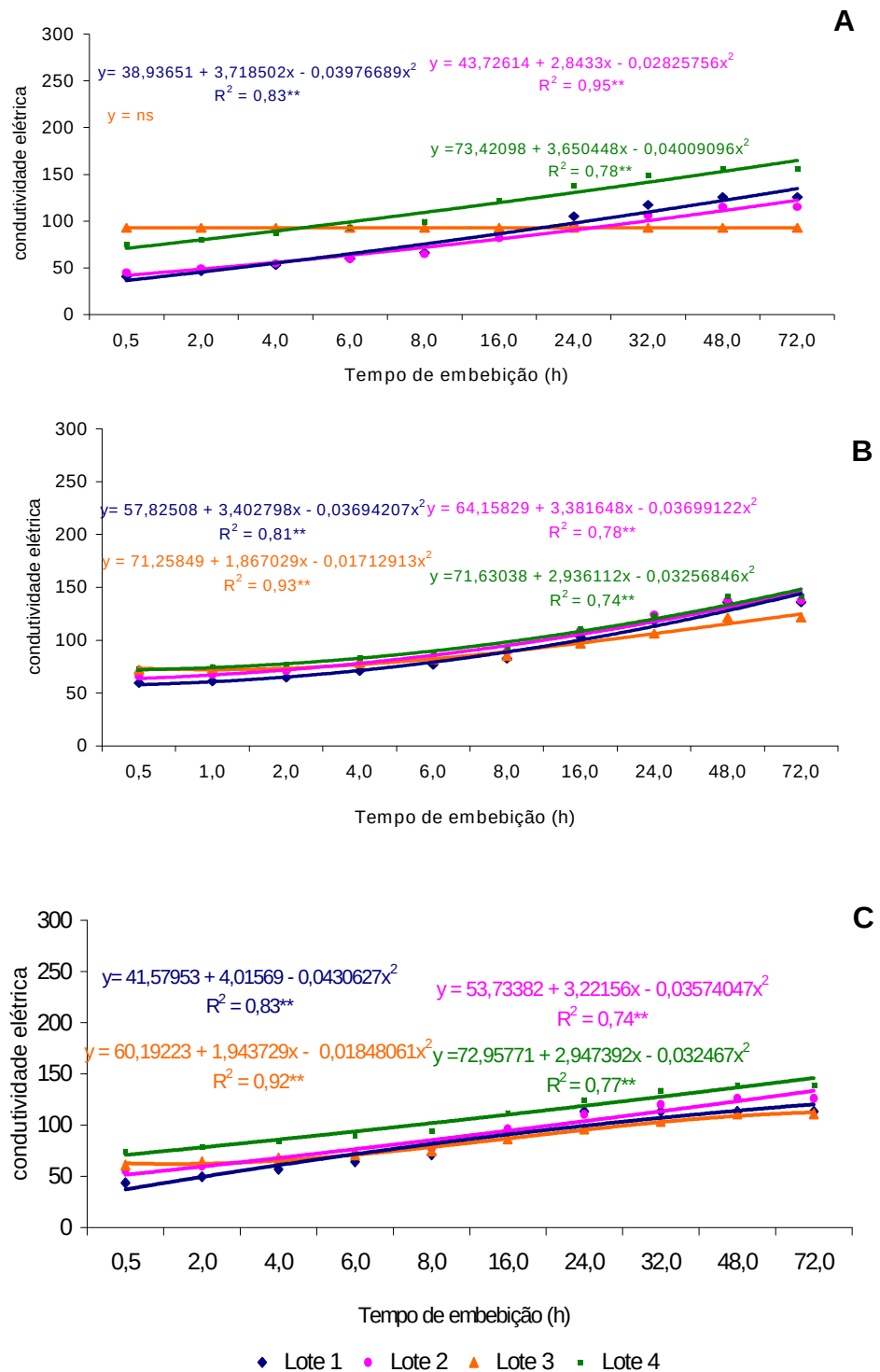


Figura 4. Condutividade elétrica de massa ($\mu\text{mhos/cm/g}$) em sementes de mutamba pertencentes a quatro lotes, embebidas à 25°C . Amostras com (A) 50 sementes, (B) 75 sementes e (C) 100 sementes, embebidas em 100 mL de água, em função de diferentes períodos de embebição.

separação dos lotes. O lote III apresentou menor quantidade de lixiviados, não diferindo, em alguns períodos, do lote I. A partir de 16 horas de embebição, o lote II apresentou quantidades de lixiviados superiores aos demais lotes (Tabela 7 e Figura 2B). Os resultados encontrados nesta combinação estão coerentes com os obtidos no índice de velocidade de germinação (Tabela 2). Apesar de o índice de velocidade de germinação não estar relacionado entre o primeiros eventos do processo de deterioração de sementes, este teste foi sensível para classificar os lotes estudados.

De acordo com HEYDECKER (1972), ROBERTS (1973) e ANDERSON e BAKER (1983), durante a deterioração da semente, ocorre a perda de integridade das membranas, nas organelas que compõem as células, resultando em exsudação de íons, açúcares e metabólitos durante o processo de embebição. Para todas as sementes, a integridade das membranas é incompleta durante, no mínimo, alguns minutos após a embebição; contudo, passado o tempo, essa situação se altera com a retomada natural da sua configuração estável, possivelmente por meio da restauração promovida por um mecanismo enzimático ainda não perfeitamente identificado (PIANA et al.,1995). Em sementes deterioradas, este mecanismo de reparo está ausente ou é ineficiente ou, ainda, as membranas acham-se tão profundamente danificadas que o reparo não se realiza (BEWLEY e BLACK, 1994). É o que provavelmente ocorreu com as sementes do lote II e IV; por ser lotes de germinação inicial inferior aos demais, as membranas celulares estariam mais desorganizadas e, durante a embebição, liberariam maiores quantidades de lixiviados, pois este lote apresentou sempre maiores valores de condutividade elétrica nos períodos estudados, quando utilizou 75 sementes e 50 mL de água.

Examinando a Tabela 7, para a combinação 75 sementes em 75 mL de água, observou-se que os lotes I e III apresentaram menor quantidade de lixiviados,

a partir de 4 horas de embebição, embora, em alguns períodos, não tenham diferido estatisticamente do lote II. Resultado similar foi encontrado utilizando 50 mL de água com este mesmo número de sementes. Quando se utilizaram 100 sementes e 75 mL de água, os lotes I e III aparecem novamente com menores quantidades de lixiviados, a partir de 6 horas de embebição.

Nas Figuras 2C e 3C, encontram-se os resultados da condutividade elétrica para a combinação 100 sementes embebidas em 50 mL e 75 mL de água, respectivamente. Ocorreu uma mudança na estratificação dos lotes III e I, sendo que, com 75 mL, a seqüência foi similar às encontradas em outras combinações.

Nas Figuras 4A, B e C, em que se usou a combinação das sementes com 100mL, tornou-se difícil a estratificação dos lotes, provavelmente por haver maior diluição dos lixiviados. Entretanto, verificou-se que o lote III, ao final do período de 72 horas de embebição, em todas as combinações utilizadas (50, 75 e 100), sempre apresentou menor quantidade de lixiviados. Resultado inverso foi encontrado para o lote IV.

De forma geral, fixando-se o número de sementes em 75, com 50 mL ou 75 mL, foi possível constatar que os períodos de embebição de seis horas e quatro horas mostraram concordância quanto à ordenação dos lotes e à possibilidade de redução do período de condicionamento das sementes de mutamba (Tabela 7). Alguns pesquisadores já confirmaram a possibilidade de redução do período de condicionamento para algumas hortaliças; TORRES et al. (1998) recomendaram o período de quatro horas para as sementes de maxixe. Este mesmo período foi recomendado para sementes de repolho (LOOMIS e SMITH, 1980) e alface (GUIMARÃES et al., 1993). VANZOLINI e NAKAGAWA (1999) observaram que, com 3 horas, já foi possível a separação do lote de qualidade inferior de sementes de amendoim.

A duração do período em que ocorre a lixiviação varia consideravelmente entre espécies e cultivares e está, provavelmente, relacionada com o tamanho das sementes (HALMER e BEWLEY, 1984). No caso de sementes pequenas, a lixiviação máxima pode ocorrer num período inferior a duas horas (MURPHY e NOLAND, 1982), ao passo que em sementes maiores, como soja, verificou-se aumento de lixiviação de 24 a 30 horas após o início da embebição, em temperatura de 25°C (LOEFFLER et al., 1988).

De forma geral, quando se utilizou o maior volume de água (100 mL), não foram verificadas diferenças significativas dos lotes dentro dos períodos embebição para os diferentes números de sementes utilizados (Tabela 7 e Figura 4). De acordo com HAMPTON et al. (1994), o aumento da quantidade de água minimiza o efeito do número de sementes, ou seja, quando se trabalha com volume maior de água (250mL), a condutividade elétrica não sofre interferência do número de sementes (50 e 100 sementes), enquanto, em menor quantidade de água (125mL), a condutividade elétrica varia significativamente em função do número de sementes empregado.

DESWAL e SHEORAN (1993) afirmaram que, para sementes pequenas, a liberação dos lixiviados é pouco significativa quando se emprega o teste de condutividade de massa, porque os exsudados se tornam bastante diluídos na água de embebição, impossibilitando a detecção de diferenças na qualidade fisiológica das sementes.

Em sementes de *Leucaena leucocephala*, diferentes tempos de embebição foram estudados e o período de 72 horas apresentou tendência de maior efetividade na separação dos lotes (DUBOC et al., 1993). Por sua vez, AMARAL et al. (1997) verificaram que o período de 24 horas é suficiente para estimar o potencial fisiológico de sementes de *Cordia trichotoma*.

O índice de velocidade de germinação mostrou resultados coerentes com o teste de condutividade elétrica em algumas combinações. Quando se analisou o comportamento dos lotes, por meio dos testes de envelhecimento acelerado nas temperaturas de 41°C e 45°C, os resultados confirmaram o fato de que o lote III é o de melhor potencial fisiológico, tendo em vista que, quando submetido ao estresse imposto pelo teste, este apresentou melhor desempenho.

O teste de condutividade elétrica tem-se mostrado eficiente para avaliação do vigor de sementes de algumas espécies florestais, conforme estudos realizados por BARBEDO e CÍCERO (1998) com *Inga uruguensis*, por ZUCARELI (1999) com *Albizia hasslerii* e por MARQUES (2001) com *Dalbergia nigra*. No entanto, este teste não foi considerado eficiente para *Citharexylum montevidense* (LEONHARDT, 2000).

O insucesso deste teste tem sido atribuído a vários fatores, dentre eles, as características do tegumento das sementes, podendo constituir-se na principal

causa de variações das informações obtidas quando são avaliadas sementes de diferentes cultivares ou até amostras de um mesmo cultivar (McCORMAC e KEFFE, 1990). Outro fator que tem influenciado a condutividade elétrica é o armazenamento das sementes em baixas temperaturas. Segundo VIEIRA et al. (2001), o armazenamento das sementes de soja a 10°C, aparentemente, estabilizou a integridade das membranas, o que resultou em nenhuma mudança na condutividade elétrica das sementes. Pode-se, também, levantar a hipótese de que o armazenamento das sementes em câmara fria, assim como a própria escarificação das sementes em ácido sulfúrico, pode ter influenciado os resultados de condutividade elétrica.

No presente trabalho, o teste de condutividade elétrica mostrou-se menos adequado para avaliação do potencial fisiológico dos lotes, embora, na combinação de 75 sementes com 50 mL de água, tenha apresentado resultados coerentes com os outros testes. Recomenda-se que sejam feitos outros estudos, envolvendo um maior número de lotes, visando a fornecer subsídios para esclarecimento dos motivos que determinam a obtenção de resultados imprevisíveis com esse teste, e também para verificar a eficiência do teste na diferenciação do potencial fisiológico.

Os resultados encontrados confirmam a idéia descrita por outros pesquisadores e já comentada anteriormente, de que é interessante pesquisar tanto lotes com diferenças estreitas como outros com variação mais ampla no potencial fisiológico, porque há possibilidade de detectar a sensibilidade dos testes estudados, assim como fazer uso de vários testes para determinar o potencial fisiológico de lotes de sementes.

5. CONCLUSÕES

O envelhecimento acelerado pode ser realizado na temperatura de 41°C por um período mínimo de 120 horas ou a 45°C durante 96 horas para avaliação do potencial fisiológico de sementes escarificadas de mutamba.

O teste de condutividade elétrica não se mostrou adequado para avaliação do potencial fisiológico das sementes de mutamba.

Os testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação mostraram-se adequados para avaliação do potencial fisiológico dos lotes de sementes de mutamba.

As sementes do lote III, proveniente do município de Santa Rita do Passa Quatro, apresentaram potencial fisiológico superior aos demais lotes estudados.

Os testes de germinação, emergência em viveiro e índice de velocidade de emergência não foram sensíveis para detectar diferenças no potencial fisiológico dos lotes estudados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A. A. Biochemical aspects of seed vigour. **HortScience**, Washington, v.15,n.6, p.765-771, 1980.

AGUIAR, I B.; SADER, R.; KRONKA, S. N.; TAKAOKA, N. M. Efeitos do tamanho sobre o potencial de armazenamento de sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.1, p.63-72, 1987.

AMARAL, D. M. I.; VILLELA, F. A.; PESKE, S. T. Teste de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da potencial fisiológico de sementes de louro (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud.) – Boraginaceae. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7 n.1/2, p.215, 1997.

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

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

AOSA (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS). **Seed vigor testing handbook**. East Lasing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).

ARAÚJO NETO, J. C. **Caracterização e germinação de sementes e desenvolvimento pós-seminal de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.)**. 1997. 81f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

ARAÚJO NETO, J. C. **Caracterização, germinação e armazenamento de sementes de *Acacia polyphylla* DC.** 2001. 109f. Tese (Tese de Doutorado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ARGERICH, C. A.; BRADFORD, K. J. The effects of priming and ageing on seed vigour in tomato. **Journal of Experimental Botany**, Oxford,v.40, n.2, p.599-607, 1989.

BALISTIERO, M.; MARQUEZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Utilização do teste de envelhecimento precoce para avaliar o vigor de lotes de sementes com diferentes idades e estágios de maturação. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.118, p.1-4, 1980.

BARBEDO, C. J.; CICERO, S. M. Utilização do teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.2, p.249-259, 1998.

BARBOSA, J. M.; MACEDO, A. C. **Essências florestais nativas de ocorrências no Estado de São Paulo**: informações técnicas sobre: sementes, grupos ecológicos, fenologia e produção de mudas. São Paulo: Instituto de Botânica e Fundação Florestal, 1993. 125p.

BEWLEY, J. D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: McDONALD Jr., M. B., NELSON, C. J. (Ed.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: Crop Science Society American, 1986. p.1-25,.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 444p.

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

CACERES, A.; FIGUEIROA, L.; TARACENA, A. M.; SAMAYOA, B. Plants used in Guatemala for the treatment of respiratory diseases. 2. Evaluation of activity of 16 plantas against Gram-positive bacteria. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v.39, n.1, p.77-82, 1993.

CACERES, A.; SAMAYOA, B.; AGUILAR, L. Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v.30,n.1, p.55-73, 1990.

CARVALHO, M. V. **Determinação do fator de correção para condutividade elétrica em função do teor de água de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill]**. 36f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 1994.

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

CAVARIANI, C.; PIANA, Z.; TILLMANN, M. A. A.; MINAMI, K. Métodos de remoção da mucilagem e qualidade fisiológica de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.43-46, 1994.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, v.5,.p. 79, 1978.

CORTES, P. M.; SPAETH, S. C. Potassium leakage from artificially aged pea (*Pisum sativum* L.) embryos during imbibition. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.8, n.1, p.30-42, 1994.

DELOUCHE, J. C. Standardization of vigor tests. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.1, n.2, p.75-85, 1976.

DEMIR, I.; ELLIS, R.H. Development of pepper (*Capsicum annuum*) seed quality. **Annals of Applied Biology**, Warwicks, v.121, p.385-399, 1992.

DESWAL, D. P.; SHEORAN, I. S. A simple method for seed leakage measurement: applicable to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, n.1, p.179-185, 1993.

DIAS, D. C. F. S. **Teste de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1994. 136f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

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.

DIAS, D. C. F. S.; VIEIRA, A. N.; BHÉRING, M. C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão de vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.408-413, 1998.

DIAS, D. C. F. S.; VIEIRA, A. N.; BHÉRING, M. C. Estudo dos testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: 1. Couve-flor, cebola e cenoura. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15. **Anais**. Gramado. 1996. p.28.

DOIJODE, S. D. Solute leakage in relation to loss of seed viability in chilli cultivars. **Indian Journal of Plant Physiology**, New Delhi, v.31, n.3, p.285-287, 1988.

DUBOC, E.; SANTANA, D. G.; CARVALHO, M.; VIEIRA, M. G. G. C. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Leucaena leucocephala*. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.3, n.3, p.120, 1993.

DUKE, S. H.; KAKEFUDA, G. Role of the testa in preventing cellular rupture during imbibition of the legume seeds. **Plant Physiology**, Bethesda, v.67, n.2, p. 449-456, 1981.

EMBRATER (EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL). **Cana**: purificação do caldo com cascas de mutamba. Brasília, 1983. v.353. (Fichário de Tecnologias Adaptadas, 16).

FANTI, S. C. S. ; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do envelhecimento acelerado e do estresse térmico no processo germinativo e no vigor de sementes de olho-de-dragão (*Adenanthera pavonina* L.) – Fabaceae-Mimosoideae. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7, n.1/2, p.119, 1997.

FERGUSON, J. M. AOSA perspective of seed vigor testing. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.17, n.2, p.101-104, 1993.

GIVELBERG, A.; HOROWITZ, M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Solute leakage from *Solanum nigrum* L. seeds exposed to high temperatures during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.35, n. 161, p. 1754-1763, 1984.

GUIMARÃES, J. R. M.; MALAVASI, M. M.; LOPES, H. M. Definição do protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.3, n.3, p.138, 1993.

HALMER, P.; BEWLEY, J. D. A physiological perspective on seed vigour testing. **Seed Science and Techonology**, Zurich, v.12, n.2, p.561-575,1984.

HAMPTON, J. G. Conductivity test. In: VAN DER VENTER, H.A. (Ed.). Seed vigour testing seminar. Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p.10-28.

HAMPTON, J. G. Vigour testing within laboratories of the International Seed Testing Association: a survey. **Seed Science and Techonology**, Zurich, v.20, suppl. 1, p.199-203, 1992.

HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance: can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zurich, v.18, p.215-228,1990.

HAMPTON, J. G.; JOHNSTONE, K. A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. **Seed Science Technology**, Zurich, v.20, n.3, p.677-686,1992.

HAMPTON, J. G.; LUNGWANGWA, A. L.; HILL, K. A. The bulk conductivity test for *Lotus* seed lots. **Seed Science Technology**, Zurich, v.22, n.1, p.177-180,1994.

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

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

HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E. H. (Ed). **Viability of seeds**. Syracuse, Syracuse University Press, 1972. p.209-252.

HOR, M.; RIMPLER, H.; HEINRICH, M. Imbibition of intestinal chloride secretion by proanthocyanidins from *Guazuma ulmifolia*. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 61, n.3, p.208-212, 1995.

ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION). **Handbook of vigour**

test methods. 3. ed. ISTA, 1995. 117p.

KEYS, R. D. Dynamic conductometric analysis of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed leachate using the CASAS (Computerized Automated Seed Analysis System). **Journal . Seed Techonology**, Lansing, n.7, p.36-59. 1982.

KRISHNASAMY, V.; RAMARAJPALANIAPPAN M. S.M. G. Electrical conductivity of seed leachate in tomato and brinjal. **South Indian Horticulture**, v.37, n.5, p.303-304, 1989.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Situação atual do uso de testes de vigor como rotina em programas de sementes no Brasil. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.1, n.3, p.42-53, 1991.

LEONHARDT, C. **Maduração fisiológica de sementes de tarumã-de-espinho (*Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke – Verbenaceae).** 2000. 25f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2000.

LEOPOLD, A. C. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. **Plant Physiology**, Bethesda, v.65, n.4, p.1096-1098, 1980.

LIMA, D. **Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.).** 1993. 61f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 1993.

LITTLE JR., E. H., WADSWORTH, F. H. **Common trees of Puerto Rico and Virgin Islands.** Washington, 1969. 460p.

LOEFFLER, T. M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality.** 1981. 181p. Dissertation (M.S.) – University of Kentucky. Lexington, 1981.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

LOOMIS, E. L.; SMITH, O. The effect of artificial aging on the concentration of Ca, Mg, Mn, K, and Cl in imbibing cabbage seed. **Journal American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.105, n.5, p.647-650, 1980.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nossa Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

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

MARCOS FILHO, J. New approaches to seed vigor testing. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v.55, n. esp., p.27-33, 1998.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, 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, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.

MARQUES, M. A. **Teste de condutividade elétrica para 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. 2001.

MARTINS, L.; SPINOLA, M. C. M.; CALIARI, M. F.; TESSARIOLI NETO, J. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15, 1996, Gramado. **Anais...** Gramado, 1996. p.11.

MATTHEWS, S.; BRADNOCK, W. T. Relationship between seed exudation and field emergence in peas and French beans. **Horticulturae Resources**, Edinburg, n.8, v.1, p.89-93, 1968.

MATTHEWS, S; POWELL, A. A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D. A. (Ed.). **Handbook of vigor test methods**. Zurich: International Seed Testing Associaty, 1981. p.37-42.

McCORMAC, A. C.; KEFFE, P. D. Cauliflower seed vigour: imbibition effects. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.41, n.228, p.893-899, 1990.

McDONALD Jr., M. B.; WILSON, D. O. An assesment of the standardization and ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.4, n.1, p. 1-11, 1979.

McKERSIE, B. D.; STINSON, R. H. Effect of dehydration on leakage and membrane structure in *Lotus corniculatus* L. seeds. **Plant Physiology**, Bethesda, v.66, n.2, p.316-320, 1980.

MATTEWS, S., POWELL, A. A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D. A. **Handbook of vigour test methods**. Zurich, ISTA, 1981. p.37-42.

MORAES, M. L. T.; OLIVEIRA, S. A.; FREITAS, M. L. M.; SÁ, M. E. Desempenho de sementes de duas populações de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) – Anacardiaceae. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 7, n.1/2 , p.199, 1997.

MULLETT, J. H.; WILKINSON, R. L. The relationship between amounts of electrolyte lost on leaching seeds of *Pisum sativum* and some parameters of plant growth. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.7, n.3, p.393-398, 1979.

MURPHY, J. B.; NOLAND, T. L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Bethesda, v.69, n.2, p. 428-431, 1982.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.2, p.1-24.

NAKAGAWA, J.; MORI, E. S. ; AMARAL, W. A. N.; MELLO, E. J. Envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden classificadas por tamanho. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.60, p. 99-108, 2001.

NISIZAKI, S. M. A.; ZANGARO FILHO, W. Efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares indígenas, no desenvolvimento de 12 espécies arbóreas nativas do Rio Tibagi, PR. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 47., 1996, Nova Friburgo. **Resumos**. Nova Friburgo: Sociedade Botânica do Brasil, 1996. p.385.

NOVEMBRE, A. D. L. C.; DIAS, D. C. F. S.; CHAMMA, H. M. C. P.; MARCOS FILHO, J. Estudo da metodologia dos testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para sementes de tomate. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.3, n.3, p.140, 1995.

PAIVA AGUERO, J. A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com a emergência de plântulas de soja em campo**. 1995, 92f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 1995.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.306-310, 1998.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds. I. Effect of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p. 621-627, 1996.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.27, n.3, p.945-949, 1999.

PAULA, E. P.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília: Fundação Mokiti Okada, 1997. 541p.

PENARIOL, A. L. **Efeito do teor de água de sementes de soja sobre os resultados do teste de condutividade elétrica**. 1997. 73f. Dissertação (Mestrado

em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Jaboticabal, 1997.

PERRY, D. A. Report of the vigour test committee 1977-1980. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.9, n.1, p.115-126, 1981.

PIANA, Z.; TILLMANN, M. A. A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n.2, p. 149-153, 1995.

PINHA-RODRIGUES, F. C. M.; VALENTINI, S. R. T. Aplicação do teste de vigor em sementes. In: SILVA, A.; PINHA-RODRIGUES, F. C. M., FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal. 1995, p.74-84.

PIZETTA, P. U. C. ; BATISTELA FILHO, F. S.; PAULA, R. C. Efeito do envelhecimento acelerado sobre o comportamento germinativo de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* Benth. – Fabaceae). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2 , p.281, 2001.

POWELL, A. A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.10, n.2, p.81-100, 1986.

POWELL, A. A.; FERGUSON, A. J.; MATTHEWS, S. Identification of vigour differences among combining pea (*Pisum sativum*) seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.25, n.3, p.443-464, 1997.

POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. The influence of testa condition on. the imbibition and vigour of pea seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.30, n.114, p.193-197, 1979.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1992.

RAM, C.; KUMARI, P.; SINGH, O.; SARDANA, R. K. Relationship between seed vigour tests and field emergence in chickpea. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.17, p.169-173, 1989.

ROBERTS, E. H. Loss of viability: ultrastructural and physiological aspects. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.2, p.529-545, 1973.

RODO, A. B.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A.; SAMPAIO, N. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.29-38, 1998.

SÁ, M. E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19, 1999.

SAMAD, I. M. A.; PEARCE, R. S. Leaching of ions, organic molecules, and enzymes from seeds of peanut (*Arachis hypogaea* L.) imbibing without testas or with intact testas. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.29, n.113, p.1472-1478, 1978.

SCHMIDT, D. H.; TRACY, W. F. Duration of imbibition affects seed leachate conductivity in sweet corn. **Horticulturae Science**, Calcutta, v.24, n.2, p.346-347, 1989.

SHORT, G. E.; LACY, M. L. Carbohydrate exudation from pea seeds: effect of cultivar, seed age, seed color, and temperature. **Phytopathology**, Saint Paul, v.66, n.2, p.182-187, 1976.

SIDDIQUE, M. A.; GOODWIN, P. B. Conductivity measurements on single seeds to predict the germinability of French beans. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, n.3, p.643-652, 1985.

SIMON, E. W. Phospholipids and plant membrane permeability. **New Phytopathology**, Oxford, v.73, n.3, p. 377-420, 1974.

SIMON, E. W.; MATHAVAN, S. The time-course of leakage from imbibing seeds of different species. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 14, n. 1, p.9-13, 1986.

SIMON, E. W.; RAJA-HARUN, R. M. Leakage during seed imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.23, n.77, p.1076-1085. 1972.

SIQUEIRA, J. C. **Utilização popular das plantas do Cerrado**. São Paulo: Loyola, 1981. 60p.

STYER, R. C.; CANTLIFFE, D. J. Changes in seed structure and composition during development and their effects on leakage in two endosperm mutants of sweet corn. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.5, p.721-728, 1983.

TAO, J. K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.3, n.1, p.10-18, 1978.

TAYLOR, A. G.; LEE, S. S.; BERESNIEWICZ, M. M.; PAINE, D. H. Aminoacid leakage from aged vegetable seeds. **Seed Science Technology**, Zurich, v.23, p.113-122, 1995.

TEKRONY, D. D.; EGLI, D. B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, Madison, v.17, n.4, p.573-577, 1977.

TEKRONY, D. M. Accelerated aging. In: VAN DE VENTER, H. A. (Ed). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, 1995.

p.53-72.

TEKRONY, D. M. Seed vigor testing. **Journal of Seed Technology**. Lansing, v.8, n.1, p.55-60, 1983.

TORRES, S. B. Comparação entre diferentes testes de vigor e a correlação com a emergência no campo de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n. 1, p.65-69, 1998.

TORRES, S. B. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) através do teste de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p. 246-250, 1996.

TORRES, S. B.; CASEIRO, R. F.; RODO, A. B.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.480-483, 1998.

TRAPE, M. Z.; OLIVEIRA, C. Fichas de espécies nativas. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v.2, n.6, p. 71-77, 1995.

TRAWATHA, S. E.; STEINER, J. J.; BRADFORD, K. J. Laboratory vigor tests used to predict pepper seedling field emergence performance. **Crop Science**, Madison, v.30, p.713-717, 1990.

VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. Aplicação do teste de vigor em sementes. **IF Série Registro**, São Paulo, n.14, p.75-84, 1995.

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

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, 1999. cap.4, p.1-26.

VIEIRA, R. D.; MINOHARA, L.; PANOBIANCO, M.; BERGAMASCHI, M. C. M.; MAURO, A. O. Comportamento de cultivares de soja quanto a qualidade fisiológica de sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.2, p.123-130, 1998.

VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.18, n.2, p.220-224, 1996.

VIEIRA, R. D.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; RUCKER, M. Electrical conductivity of soybean seeds after storage in several environments. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.29, n.3, p.599-608, 2001.

WOODSTOCK, L. W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. **Seed Science and Technology**, Lansing, v. 1. n.1, p.127-157, 1973.

WOODSTOCK, L. W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.1-15, 1988.

ZUCARELI, C. **Desenvolvimento de testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Albizia hasslerii* (Chodat) Burr. Leguminosae (Mimosaceae)**. Marechal Cândido Rondon. 1999, 86p. Monografia (Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.