

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TESTE DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM
SEMENTES DE AMENDOIM**

**César Martoreli da Silveira
Engenheiro Agrônomo**

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
JULHO – 2006**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TESTE DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM
SEMENTES DE AMENDOIM**

César Martoreli da Silveira

Orientador: Prof. Dr. Rubens Sader

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes).

JABOTICABAL – SÃO PAULO

28/JULHO/2006

Silveira, César Martoreli da
S587t Teste de deterioração controlada em sementes de amendoim /
César Martoreli da Silveira. -- Jaboticabal, 2006
xii, 48 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006
Orientador: Rubens Sader
Banca examinadora: Silvelena Vanzolini Segato, Nelson Moreira
de Carvalho
Bibliografia

1. *Arachis hypogaea* L.. 2. Testes de vigor. 3. Potencial
fisiológico. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 631.531:634.58

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TESTE DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM SEMENTES DE AMENDOIM

AUTOR: CESAR MARTORELI DA SILVEIRA

ORIENTADOR: Dr. RUBENS SADER

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA (PRODUÇÃO E TECNOLOGIA DE SEMENTES) pela Comissão Examinadora:



Dr. RUBENS SADER



Dr. NELSON MOREIRA DE CARVALHO



Dra. SILVELENA VANZOLINI SEGATO

Data da realização: 28 de julho de 2006



Presidente da Comissão Examinadora
Dr. RUBENS SADER

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

César Martoreli da Silveira, filho de João César da Silveira e Vitória Maria Martoreli da Silveira, nasceu em 29 de março de 1.981, em Bebedouro – São Paulo. Em julho de 1999, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras – MG, concluindo-o em julho de 2004 e obtendo o título de Engenheiro Agrônomo. Foi bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) no período de agosto de 2001 a agosto de 2004. Nesta data iniciou o Curso de Pós-Graduação em Agronomia, na Área de Concentração em Produção e Tecnologia de Sementes em nível de Mestrado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal – SP. Durante o período de realização do mesmo foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Representante Discente (Suplente) do Conselho de Pós-Graduação do Programa de Produção e Tecnologia de Sementes, no período de abril de 2005 a maio de 2006.

“Ai de nós se deixarmos a semente morrer semente!”

R. Paiva

“Um homem não é grande por aquilo que ele
fez e sim por aquilo a que ele renuncia!”

T. Freitas . .

A DEUS,

Que ilumina todos meus passos e que me permite vivenciar a
grandeza da vida e seus momentos magnos

OFEREÇO

Aos meus pais *João César e Vitória*, que fazem
dos seus sonhos a realização dos meus e, às
minhas irmãs queridas, *Sara e Karinna*,
espelhos do amor, da amizade e do carinho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela felicidade de viver e poder compartilhar grandes momentos!!!!

À Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Câmpus de Jaboticabal – SP. Ao Departamento de Produção Vegetal (Área de Concentração em Produção e Tecnologia de Sementes), possibilitando a realização do curso de Mestrado.

À CAPES pelo apoio financeiro com a bolsa de estudos.

Aos meus pais João César da Silveira e Vitória Maria Martoreli da Silveira e, as minhas irmãs queridas Sara Martoreli da Silveira (totozi) e Karinna Martoreli da Silveira (sky) pelo carinho, confiança, amizade, apoio e por me confortarem, sempre e em todos os momentos, mesmo naqueles em que os contrariei (amo vocês!).

Aos meus queridos tios e tias, primos e primas e demais membros da família, pelo dom da convivência harmoniosa e sadia, ideal para o sucesso e consistência de uma família.

À minha querida avó Paschoalina pelo carinho, pela atenção, pela delicadeza e prestígio do seu convívio e ao meu querido avô Jayme (*in memoriam*) pelo “dom” de ser o pilar de todas essas conquistas e, que mesmo distante, sempre parece estar presente. Também aos meus avós José e Jacira (*in memoriam*) que precederam a muitos outros fatos importantes e que tiveram sua contribuição para este momento especial.

Ao professor Dr. Rubens Sader pela orientação, amizade, disposição e ensinamentos necessários para evidenciar esta conquista e por ajudar-me a ser crítico, objetivo e acima de tudo, profissional, mostrando os caminhos a serem seguidos e como segui-los.

Ao professor Dr. Nelson Moreira de Carvalho pelas grandes contribuições nas correções deste trabalho e conselhos durante o curso.

À professora Dra. Silvelena Vanzolini Segato pelas correções e brilhantes sugestões a este trabalho, que foram muito pertinentes.

Aos professores Domingos Fornasieri Filho, Roberval Daiton Vieira, Rinaldo César de Paula, José Carlos Barbosa, Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues, Rita de

Cássia Panizzi, Maria Aparecida Pessôa da Cruz Centurion, José Frederico Centurion pelas disciplinas ministradas, pela amizade e contribuições durante o curso.

Aos amigos (as): Cristian (Baleia – “mor”), Bruno (Gaúcho), Airton (Mirim – “Tirso”), Leyser (Liassi), Ricardo (Galinho), Thiago (Véio), José Geraldo (Xúnior – Parente), Disnei (Waldisney), Magnólia (Marvadinha – Meg), Cléia (Marvadona – Cleinha), Nilce (Japa), Adriana (Cretina), Adriana (Dri de Barros), Franco (Barrigada), Daniela (Gaúcha), Daniela (Sarti), Débora, Denise, Deise, Leandro, Marcelo (Marcelinho), Danilo, Breno (Breninho), Ricardo (PTS), Josué (Bispo), Peterson (Petinho), Felipe (Fiva), Gustavo (Batatinha), Vidal (Vidalmansa), Fábio (Fabinho), Ronaldo (Tranquilidade), Cintia (Pin), Kátia, Eduardo (Van Dame), Gustavo (Barrigas), Fabiana (Supermarvadona), Fabiana Santos, Ana Paula (APP), Patrícia (Macaxera), Vivian, Érica, Flávia, Onã, Ricardo (Japonês), Jorge, aos meninos da República “Tia Meri” (grandes anfitriões) e suas grandes amigas, aos demais amigos da minha convivência fora do ambiente universitário, que sem dúvidas também merecem lembrança e aqueles que cruelmente deixei de citar, agradeço pelo apoio, pela amizade e pelos momentos agradáveis e inesquecíveis.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal Lázaro (Gabi - LAS), Mariangela, Marisa, Dona Nice, Sr. Luiz, Osmar, Sr. Sebastião, Rubens (Faro Fino), Geraldo e Mauro pela paciência, atenção e presteza na realização dos trabalhos e principalmente pela amizade construída.

Às funcionárias da Pós-Graduação, que nos encaminham e facilitam todos os processos burocráticos desta universidade.

Em fim, a todos que possibilitaram a execução deste trabalho de pesquisa e que participaram desta etapa, meus sinceros agradecimentos e minhas mais cordiais saudações.

MUITO OBRIGADO!!!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Vigor de sementes	2
2.2 Deterioração de sementes	5
2.3 Teste de deterioração controlada	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes de sementes.....	13
3.1.1 Determinação do teor de água das sementes	13
3.1.2 Teste de germinação em areia (TG areia).....	13
3.1.3 Teste de germinação em papel (TG papel).....	13
3.1.4 Teste de primeira contagem de germinação (PCG).....	14
3.1.5 Índice de velocidade de emergência (IVE)	14
3.1.6 Determinação da massa seca de plântulas (MS).....	15
3.1.7 Teste de condutividade elétrica (CE)	15
3.1.8 Teste de envelhecimento acelerado (EA)	15
3.1.9 Teste de emergência em campo (EC).....	16
3.2 Processo de embebição dos lotes e teste de deterioração controlada	16
3.2.1 Processo de embebição.....	16
3.2.2 Teste de deterioração controlada (DC).....	19
3.3 Delineamento experimental.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes de sementes.....	21
4.2 Processo de embebição de água.....	25
4.3 Teste de deterioração controlada	29
4.4 Coeficientes de correlação linear simples (r)	37
5 CONCLUSÕES.....	38
6 REFERÊNCIAS	39

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 01. Teor de água (TA) e qualidade inicial dos lotes de sementes da cv. IAC-886 avaliados pelos testes de germinação em areia (TG areia), de germinação em papel (TG papel), de primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca (MS). UNESP - Jaboticabal, 2005.....	22
Tabela 02. Qualidade inicial dos lotes de sementes de amendoim cv. IAC-886 avaliados pelos testes de condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas em campo (EC). UNESP – Jaboticabal,2005.....	23
Tabela 03. Períodos requeridos (horas e minutos) pelo método do substrato úmido para atingir os teores de água desejados nas sementes antes do teste de deterioração controlada. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	27
Tabela 04. Dados médios de teor de água, obtidos de cinco lotes de sementes de amendoim IAC-886, por ocasião do deterioração controlada. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	30
Tabela 05. Valores médios e resultados obtidos na análise de variância para as porcentagens de germinação de sementes de amendoim IAC-886 submetidas ao teste de deterioração controlada. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	31
Tabela 06. Germinação (%) dos lotes de sementes de amendoim IAC-886, no teste de deterioração controlada, submetidas a duas temperaturas de exposição em banho-maria. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	33
Tabela 07. Desdobramento da interação significativa entre os lotes e os teores de água, em relação à porcentagem de germinação, nas sementes de amendoim IAC-886 no teste de deterioração controlada. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	34
Tabela 08. Desdobramento da interação significativa entre as temperaturas de exposição e os teores de água, em relação à porcentagem de germinação, nas sementes de amendoim IAC-886 no teste de deterioração controlada. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	36
Tabela 09. Coeficientes de correlação linear simples [r] entre as variáveis analisadas nos testes de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim IAC-886. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	37

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. A – Sementes envolvidas pelas folhas de papel toalha (duas repetições para cada lote); B – Separação das subamostras para cada período de embebição em caixas plásticas; C – Processo de embebição em germinador a 25 ^o C. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	18
Figura 2. A - Adaptação da metodologia de embebição pelo método da atmosfera úmida, simulando um gerbox; B – Pesagem das sementes para obtenção dos valores iniciais e finais, os quais determinaram os respectivos teores de água nas sementes; C – Processo de embebição em germinador a 25 ^o C. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	19
Figura 3. Acondicionamento das sementes para atingir uma distribuição homogênea dos teores de água desejados nos tecidos das sementes, em cada recipiente. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	20
Figura 4. A – Embalagem e processo de selamento a quente antes da imersão das sementes nos aparelhos de banho-maria; B - Aparelhos de banho-maria e suportes adaptados para imersão das sementes nas respectivas temperaturas (1 - 40 ^o C; 2 - 45 ^o C), durante 48 horas de exposição. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	20
Figura 5. Teores de água (%) e períodos de embebição (horas) de cinco lotes de sementes de amendoim IAC-886 avaliados pelo método do substrato úmido. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	26
Figura 6. Teores de água (%) e períodos de embebição (horas) de cinco lotes de sementes de amendoim IAC-886 avaliados pelo método da atmosfera úmida. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	27
Figura 7. Semente do lote 1 após 24 horas de embebição pelo método do substrato úmido. Em destaque a protrusão da radícula. UNESP – Jaboticabal, 2006.....	28
Figura 8. A - Comparação entre lotes 1 e 5 quanto ao desenvolvimento do eixo embrionário após 42 horas de embebição; B - Comparação entre lotes 1 e 5 quanto ao desenvolvimento do eixo embrionário após 48 horas de embebição.....	29

TESTE DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM SEMENTES DE AMENDOIM

RESUMO – A presente pesquisa foi realizada no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal. O objetivo da presente pesquisa foi o de avaliar o uso do teste de deterioração controlada (DC) em sementes de amendoim cv. IAC-886 (Runner). Foram utilizados cinco lotes de sementes de amendoim da cultivar IAC-886, obtidos da Cooperativa dos Plantadores de Cana da Região de Guariba - COPLANA, Jaboticabal-SP. Os lotes foram avaliados por meio dos testes de germinação em areia e em papel, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de emergência, massa seca de plântulas, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo, visando compará-los com o teste de DC. A análise foi realizada utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) para os testes de germinação e vigor, com oito repetições. Para o teste de DC foi utilizado o DIC em esquema fatorial 5x2x3, sendo 5 lotes, 2 temperaturas de exposição (40 e 45⁰C) e 3 teores de água nas sementes (15, 20 e 25%), por um período de exposição de 48 horas em aparelho do tipo banho-maria, com cinco repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Determinaram-se também os coeficientes de correlação linear simples (r) entre os testes de germinação e vigor com as combinações do teste de DC. Os resultados permitiram concluir que o teste de deterioração controlada foi drástico para a germinação das sementes dos lotes testados, porém permitiu diferenciar o vigor entre eles. A combinação com temperatura de 40⁰C e teor de água (TA) de 20% nas sementes permitiu diferenciar os lotes de sementes e não causou um efeito deletério, de forma acentuada, na germinação das sementes, além de se correlacionar com o teste de emergência em campo. A temperatura de 45⁰C e os TA de 20 e 25% causaram uma queda drástica na germinação das sementes.

Palavras-Chave: *Arachis hypogaea* L., testes de vigor, potencial fisiológico

CONTROLLED DETERIORATION TEST IN PEANUT SEEDS

ABSTRACT – This research was carried out at the Seed Analysis Laboratory of the Crop Science Department, UNESP State University, Campus of Jaboticabal, São Paulo State, Brazil. The objective of this research was to evaluate the controlled deterioration in peanut seeds cv. IAC-886 (Runner). Were used five peanut seed lots got from the COPLANA cooperative, Jaboticabal County, São Paulo State. The seed quality was evaluated by the sand and paper germination test, first germination count, speed of emergence index, dry matter weight, accelerated aging, electrical conductivity, field seedling emergence, in comparison with controlled deterioration test. Was used for the germination and vigor test a complete randomized design with 08 replications. For the controlled deterioration test was used a factorial arrangement of treatments (5x2x3) consisting of 5 seed lots, 2 temperatures (40 and 45⁰C) and 3 seed moisture contents (15, 20 e 25%) and a period of 48 hours in water bath with 05 replications. For the mean comparison was used the Tukey test at 5% probability. Was also made a correlation coefficient (r) between the germination and vigor tests. According to the obtained results was observed that the controlled deterioration test was very drastic for the seed germination and permitted to differentiate the vigor between seed lots. The combination 40⁰C and seed moisture content of 20% was the best one to distinguish the difference of vigor between seed lots and didn't cause a deleterious effect on the seed germination, moreover were observed significative correlations with field seedling emergence test. The temperature of 45⁰C and seed moisture content of 20 and 25% caused a drastic drop down in the seed germination.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., vigor tests, physiological potential

1 INTRODUÇÃO

A cultura do amendoim foi cultivada pelos índios brasileiros muito antes dos portugueses terem chegado ao Brasil em 1500, sendo uma planta originária do continente Sul Americano, participando, em média, com 10% da produção mundial de oleaginosas, logo após a soja (50%) e o algodão com (15%) (TASSO JÚNIOR et al., 2004). O Brasil possui mais de 129 mil hectares cultivados, tendo uma produtividade média de 2,33 toneladas.ha⁻¹ e uma produção de 301,7 mil toneladas (AGRIANUAL, 2006), o que classifica o país entre os 15 maiores produtores do mundo. São Paulo é o maior estado produtor de amendoim, responsabilizando-se por mais de 74% da produção nacional, com uma área cultivada de 89.600 hectares e produção de 226,1 mil toneladas, sendo concentrada no plantio das águas, onde a cultura é utilizada em rotação com a cana-de-açúcar, em decorrência das áreas de reforma de canavial.

Um fator de extrema importância na produção é a qualidade das sementes, que junto com as práticas culturais, permitem altas produtividades. Este insumo representa 7,81% do custo total da cultura e, para um bom estabelecimento da cultura, com um estande de plantas desejável há uma dependência direta da qualidade dessas sementes.

Neste aspecto, a preocupação central das pesquisas em sementes, no Brasil e no mundo, é fazer com que chegue aos agricultores sementes de alta qualidade e com alto vigor. No entanto, a avaliação do vigor de sementes não tem sido tão difundida como teste rotineiro nas empresas produtoras de sementes de amendoim, apresentando baixa expressividade. Com isso, faz-se necessário encontrar testes de vigor eficientes em classificar e comparar lotes, para o uso nas empresas produtoras de sementes da cultura em incremento ao teste de germinação, já que este último é utilizado para caracterizar lotes bons (com germinação superior a 70%) e ruins, definindo quais, então, seriam comercializados como sementes.

Sabe-se que mesmo sementes oriundas de campos de produção bem conduzidos, em condições climáticas favoráveis, e colhidos no momento ideal podem

sofrer severos prejuízos com perdas no poder germinativo e de vigor durante o beneficiamento (TICELLI, 2001). Segundo MARCOS FILHO (1999), os testes de vigor foram desenvolvidos para propiciar informações adicionais ao teste padrão de germinação, não para substituí-lo. O desempenho das sementes, tanto no armazenamento como no campo, depende não só do histórico do lote como, principalmente, das condições do ambiente ao qual a semente permanece exposta. Por esses motivos, é indispensável a escolha adequada dos métodos para avaliação do vigor e os cuidados na interpretação dos resultados.

O teste de deterioração controlada foi desenvolvido inicialmente para sementes de olerícolas (MATTHEWS, 1980), correlacionando-se com outros testes de vigor, permitindo diferenciar lotes com mesma porcentagem de germinação, mas com níveis de vigor diferentes. A vantagem do teste de deterioração controlada é que o teor de água das sementes se mantém estável, permitindo uma uniformização dos lotes antes da análise (ROSSETTO et al., 2004).

Dessa forma, o objetivo da presente pesquisa foi o de avaliar o uso do teste de deterioração controlada em sementes de amendoim cv. IAC-886 (Runner) e compará-lo com outros testes de vigor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Vigor de sementes

Um fator primordial no estabelecimento das culturas agrícolas é a qualidade das sementes. Sementes de baixa qualidade apresentam germinação e vigor reduzidos, originando lavouras com baixa população de plantas (KRZYZANOWSKI et al., 1993) e com populações inadequadas, vão causar um elevado prejuízo econômico. DELOUCHE (1969) observou que as falhas no estabelecimento de uma lavoura agronomicamente aceitável são decorrentes de uma série de fatores ambientais, tais

como, deficiência hídrica, presença de organismos patogênicos, pragas de solo, injúria química e, talvez, o mais agravante seja o emprego de sementes de baixa qualidade.

Essa baixa qualidade pode ser medida pelo vigor das sementes, que é influenciado pela constituição genética e também pelas condições ambientais, pelo nível de nutrição da planta mãe, pelo estágio de maturação no momento da colheita, tamanho da semente, pela integridade mecânica, pela presença de patógenos e pela deterioração (ARTHUR & TONKIN, 1991; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Segundo a ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 1981), vigor de sementes foi conceituado como a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho da semente, ou do lote de sementes, durante a germinação e a emergência da plântula. Já a AOSA (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS, 1983) definiram vigor de sementes como 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.

MARCOS FILHO (1999) ressaltou que ambas as conceituações apresentam como idéia central o fato de que o vigor é um conjunto de características que determinam o potencial para emergência e para um desenvolvimento de plântulas normais mais rapidamente, sob condições adversas do ambiente. O mesmo autor (MARCOS FILHO, 2005), relatou que a qualidade de um lote de sementes resulta da interação de características que determinam o seu valor para a semeadura. Neste aspecto, ele ainda comentou que a abordagem do tema “qualidade de sementes” tem se modificado à medida que progride o conhecimento do assunto. Assim, até metade da década de 90, predominavam o destaque a aspectos específicos e a utilização de expressões como *qualidade física*, *qualidade fisiológica*, *qualidade genética* e outras similares. Desde então, vários conceitos ressaltaram que atributos isolados não mais seriam suficientes para determinar o nível de desempenho de um lote de sementes.

Na fase de plântula a influência do vigor da semente é marcante sobre todos os aspectos do processo germinativo, desde a própria possibilidade de ocorrência da germinação até outras características, como a uniformidade, a velocidade, o tempo total

de germinação, o tamanho e o peso das plântulas (SCHUCH et al., 1999; TEKRONY & EGLI, 1991 e CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Para MARCOS FILHO et al. (1987), os testes de vigor que permitem a separação dos lotes de sementes em diferentes níveis de vigor, principalmente quando possuem poder germinativo semelhante, são considerados eficientes.

VIEIRA & CARVALHO (1994), relataram que os testes de vigor têm sido desenvolvidos e aperfeiçoados com o intuito de avaliar o comportamento das sementes sob condições ambientais amplamente adversas, uma vez que, quando em condições ideais, o teste de germinação apresenta alta correlação com a emergência das plântulas no campo. Porém, essas condições nem sempre ocorrem, sendo constatados comportamentos diferentes para lotes de germinação semelhante. De acordo com alguns autores (ABDUL-BAKI & ANDERSON, 1972; DELOUCHE & BASKIN, 1973) essas diferenças podem ser atribuídas ao fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração, geralmente ocorrem antes de constatado o declínio da capacidade germinativa.

O vigor é reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o potencial fisiológico da semente. Desta maneira, o resultado de um teste ou de um conjunto de testes, indica os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho, sendo que os lotes mais vigorosos apresentam logicamente maior possibilidade de sucesso sob condições adversas (MARCOS FILHO, 1994).

ARTHUR & TONKIN (1991), relataram que poucas empresas produtoras de sementes avaliam seus lotes quanto ao seu vigor, em razão da ausência de reprodutibilidade e confiabilidade de seus resultados em estimar a emergência das plântulas no campo. Um teste, isoladamente, é incapaz, seja ele, germinativo, fisiológico ou bioquímico, de avaliar um lote de sementes, mesmo para uma única espécie, sob todas as condições. Portanto, as pesquisas com testes de vigor devem considerar as variáveis e suposições envolvidas em cada teste (HAMPTON & COOLBEAR, 1990).

Segundo a AOSA (1983); VIEIRA, CARVALHO & SADER (1994); MARCOS FILHO (1999); MARCOS FILHO et al. (1987) e PRETE et al. (1993), os testes de vigor devem apresentar as seguintes características: possibilidade de padronização de metodologia, interpretação e reprodutibilidade dos resultados, correlação com a emergência em campo, rapidez, objetividade, simplicidade e viabilidade econômica. Entretanto, sua eficiência depende, basicamente, do princípio do método. Vários testes foram desenvolvidos e têm sido utilizados com sucesso e maior frequência, porém, a maioria deles é restrita a um número limitado de espécies.

2.2 Deterioração de sementes

A partir da maturação de sementes, podem ocorrer alterações degenerativas, de modo que a qualidade fisiológica pode ser mantida ou decrescer, dependendo das condições do ambiente no período que antecede a colheita, dos cuidados durante a colheita, secagem e o beneficiamento (DELOUCHE & BASKIN, 1973). Assim, as sementes devem ficar em locais favoráveis e com clima ideal até o início de uma nova geração.

Os processos que caracterizam a deterioração numa seqüência hipotética são: a degradação de membranas celulares, redução de atividades respiratórias e biossintéticas, lentidão do processo de germinação, redução no potencial de longevidade, decréscimo na taxa de crescimento e de desenvolvimento, menor uniformidade de emergência, maior sensibilidade às adversidades do ambiente, redução da emergência em campo, aumento da ocorrência de plântulas anormais e, finalmente, perda da capacidade germinativa DELOUCHE (1969) e DELOUCHE & BASKIN (1973).

O potencial fisiológico das sementes tem origem no genótipo e as sementes de determinadas espécies podem ser mais ou menos propensas à deterioração. Com isso, características como a longevidade natural, a composição química e as diferenças

genéticas, aliadas à qualidade inicial e o teor de água das sementes e condições ambientais, podem acelerar ou retardar o processo.

A oxidação de ácidos graxos insaturados é citada como a primeira reação do processo de envelhecimento, produzindo radicais livres que subseqüentemente atuam sobre lipídeos, proteínas e ácidos nucléicos, em uma reação em cadeia (SIMONI, 2003).

WILSON JÚNIOR & McDONALD (1986) observaram que a formação de radicais livres por meio de processos metabólicos normais da célula é conseqüência da reação do oxigênio com os lipídeos estruturais, constituintes da membrana celular, principalmente os polinsaturados. Além dos radicais livres, são formados peróxidos instáveis, mediante processo denominado de peroxidação de lipídeos. Segundo ARAÚJO (1989) a velocidade da reação de oxidação depende do grau de insaturação presente na molécula do ácido graxo, sendo que quanto maior o grau de insaturação, maior sua suscetibilidade a oxidação.

BASAVARAJAPPA et al. (1991) ressaltaram que os radicais livres produzidos, como um resultado da peroxidação de lipídeos, no envelhecimento, reagem com os lipídeos das membranas celulares destruindo a estrutura dessas e também as reservas das sementes.

Nesse aspecto, possíveis explicações para a redução tão drástica das porcentagens de germinação podem ser sanadas com uso de testes mais sensíveis, como os que determinam o grau de atividade de certas enzimas associadas à digestão de reservas e à formação de novos tecidos durante a germinação (COPELAND & McDONALD, 1995). Ainda neste contexto, PADILHA et al. (2001) avaliaram os perfis enzimáticos da esterase (EST) e da sorbitol desidrogenase (SDH) em sementes de milho e observaram a diminuição da intensidade de bandas (atividade) destas enzimas, que estariam relacionadas com a estrutura das membranas (EST) e a liberação de energia para as células (SHD), devido ao aumento nas temperaturas e nos teores de água das sementes, quando submetidas ao teste de DC; fato também observado por BRANDÃO-JÚNIOR (1996).

O potencial de conservação das sementes é determinado pela velocidade do processo de deterioração e pode variar entre diferentes lotes na mesma espécie e variedade. As principais características de um lote de sementes afetadas pelo envelhecimento são o potencial de armazenamento, a velocidade e a uniformidade de emergência de plântulas (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977). Segundo PERRY (1978), outras conseqüências também podem ser notadas, como o aumento da condutividade de soluções aquosas obtidas a partir de exsudatos da semente, aumento das áreas mortas, detectável pelo teste de tetrazólio e a redução da capacidade de germinação.

Nos tecidos de uma semente, a deterioração depende, estritamente, da causa da deterioração, pois se essa causa for dano mecânico ou dano por insetos, o início da deterioração será onde o dano ocorreu (CARVALHO, 1994). Para BANERJEE (1978) e CHAUHAN (1985), outras causas podem provocar danos pontuais, tais como, retardamento da colheita, secagem e armazenamentos inadequados, sendo provável que a deterioração se inicie nas extremidades do eixo embrionário (plúmula e radícula) progredindo em direção a porção mediana do mesmo.

Segundo SANTOS et al. (2003), a deterioração é considerada toda e qualquer mudança degenerativa, após a semente ter atingido sua máxima qualidade. Os mecanismos responsáveis por essas modificações ainda não foram totalmente elucidados. A sensibilidade das sementes ao processo de deterioração, em determinado ambiente, tem sido atribuída à constituição genética.

O processo de deterioração de sementes também está relacionado com o vigor das sementes (DIAS & MARCOS FILHO, 1995). Então, qualquer evento que se relacionar com o processo e possibilitar a perda da viabilidade podem servir para o desenvolvimento de testes para a avaliação do potencial fisiológico dos lotes. MARCOS FILHO (1999), relatou que os resultados do teste de germinação não permitem detectar o progresso do processo de deterioração das sementes, mas sim o seu estágio final.

Para a detecção do processo de deterioração das sementes, alguns testes de vigor têm sido enfatizados, tais como o teste de condutividade elétrica, lixiviação de potássio, envelhecimento acelerado e o teste de deterioração controlada, sendo este

último alvo de pesquisas mais recentes para posterior aplicação em várias espécies, pois constitui-se numa alternativa interessante, considerando que é um teste relativamente simples, não exige equipamentos sofisticados e não apresenta dificuldades consideráveis para sua padronização.

2.3 Teste de deterioração controlada

A deterioração de sementes é um processo progressivo e irreversível que não pode ser evitado, mas somente retardada, manifestando-se por meio de várias alterações bioquímicas e fisiológicas, sendo a perda da capacidade de germinar a sua manifestação final (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977).

Sabendo que a sua menor incidência é obtida próxima à maturidade fisiológica, após a colheita nos campos, a utilização de testes de vigor que sejam capazes de prever quais as reais condições do lote de semente para sua posterior germinação e vigor em campo, ou seja, da sua viabilidade pós-emergência em busca de uma população de plantas desejáveis e conseqüente produção, tem feito com que as empresas optassem por testes, representativos, reproduzíveis (em diferentes localidades, dentro de suas especificidades) e eficazes.

Diferenças no vigor de lotes de sementes também têm sido detectadas pelo teste de deterioração controlada, cujo princípio é equivalente ao do envelhecimento acelerado. No entanto, a avaliação é efetuada em amostras com os teores de água semelhantes, em vez da utilização de ambientes com alta umidade relativa do ar, resultando na obtenção de condições mais uniformes durante a realização do teste e, conseqüentemente, padronização mais efetiva (PANOBIANCO, 2000).

De acordo com o princípio do teste, o envelhecimento mais rápido de sementes ocorre quando as mesmas são armazenadas sob condições de elevado teor de água e alta temperatura (POWELL, 1995). Destacou, também, que o comportamento germinativo da semente, após um período de armazenamento a uma dada temperatura e umidade, é altamente reproduzível para qualquer lote e que diferentes níveis de

deterioração podem ser verificados em lotes com percentuais de germinação semelhantes. O emprego de um método padronizado para uma deterioração controlada da semente, utilizando altas temperaturas em sementes com elevado teor de água por um determinado período de tempo, poderia proporcionar distintos níveis de germinação entre os lotes e, assim, a discriminação dos mesmos em termos de vigor (DELOUCHE, 1969).

MATTHEWS (1980) e MATTHEWS & POWELL (1981), foram os principais precursores de trabalhos científicos relacionados com o teste de deterioração controlada. Este foi desenvolvido, inicialmente, para espécies de sementes pequenas, principalmente olerícolas. A partir de então, foram desenvolvidas uma série de pesquisas sobre o teste (MATTHEWS, 1980; MATTHEWS & POWELL, 1981; POWELL et al., 1984; DUBEY et al., 1994; SHARMA, 1994; ALSADON et al., 1995; PETERSON et al., 1995; ROSSETTO & MARCOS FILHO, 1995; ZHANG & HAMPTON, 1999; ROSSETTO et al., 2004). Atualmente, seu uso tem sido bastante destacado em várias culturas, cujas sementes têm um tamanho maior, tais como amendoim (ROSSETTO et al., 2004), feijão (SANTOS et al., 2003), melão (BHERING et al., 2004), milho (PADILHA et al., 2001 e SIMONI, 2003) e soja (ROSSETTO & MARCOS FILHO, 1995 e KRZYZANOWSKI et al., 2003).

Segundo RODO (2002), nos testes de vigor, é de primordial importância consideramos as problemáticas, quanto à avaliação do potencial fisiológico dos lotes, que podem apresentar menores quantidades de reservas armazenadas e, portanto, maior propensão para a deterioração após a maturidade fisiológica.

Nesse aspecto, alguns autores têm relatado que os testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada são eficientes na distinção de níveis (alto, médio e baixo) diferentes de vigor, dentro de lotes com poder germinativo semelhante, pois eles têm como princípio a relação temperatura e umidade, fatores, que sem dúvida, contribuem para a deterioração das sementes após maturidade fisiológica e durante o armazenamento.

Esses dois fatores ambientais que concorrem para dificultar a obtenção de resultados precisos são intensamente aplicados nos testes de vigor. Enquanto a

umidade tem função principal em desencadear um determinado processo metabólico, como a germinação de uma semente, a temperatura atua como fator determinante da velocidade com que estas reações vão ocorrer. Estes dois fatores têm efeito significativo sobre a atividade enzimática e utilização de reservas. Por estes motivos, tanto a temperatura como a umidade, devem ser rigorosamente observadas quando da condução de testes onde se avalia o desenvolvimento de plântulas (LUCCA FILHO, 2004).

ROSSETTO et al. (2004), conseguiram distinguir diferenças no potencial fisiológico entre lotes de sementes de amendoim da cultivar Tatu que apresentavam germinação semelhante, através do teste de deterioração controlada, e em determinadas condições do teste, o qual se correlacionou com os testes de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado para tais sementes. SANTOS et al. (2003), também relataram que para as sementes de feijão, foi possível verificar que o tratamento de deterioração controlada correlacionava-se com o teste de envelhecimento acelerado.

KRZYZANOWSKI et al. (2003), em trabalho com teste de deterioração controlada (DC) em sementes de soja, com 29 lotes de sementes de 13 cultivares, com cinco níveis de vigor propostos pelo teste de tetrazólio, ressaltaram que nos resultados obtidos, a DC foi sensível para identificar os distintos níveis de vigor, cuja contribuição advém do nível de deterioração dentre os lotes de uma mesma cultivar, como entre cultivares. Além disso, uma outra conclusão deste trabalho foi a de que o teste de DC seria apto na seleção de genótipos de soja para qualidade de sementes. No entanto, é importante ressaltar as condições em que o teste foi realizado e se estas favoreceram os resultados.

No entanto, VAN LEEUWEN (2003), avaliando a correlação do teste de deterioração controlada (DC) com outros testes de vigor, tais como, o teste de envelhecimento acelerado, índice de velocidade, condutividade elétrica e a emergência em campo, em sementes armazenadas de soja, obteve resultados não tão satisfatórios, sendo os teores de água das sementes ajustados para três níveis: 15, 20 e 25%, através da atmosfera úmida. Em função das condições em que se desenvolveu o

trabalho, os testes de germinação e vigor não foram eficientes na separação dos lotes de sementes de soja; o teste de deterioração controlada também não se destacou na eficiência para separação dos lotes, além de apresentar correlações baixas e não consistentes com os outros testes de vigor.

Com isso, fica nítida a necessidade de mais pesquisas com o teste de deterioração controlada, porém as diferentes metodologias podem comprometer os resultados, fazendo-se, então, necessário uma padronização para permitir a reprodutibilidade do teste e, de acordo com a espécie em questão.

McDONALD (1999) destacou inúmeros trabalhos desenvolvidos com o objetivo de reunir informações para elucidar o mecanismo do processo de deterioração e suas conseqüências. No entanto, a tentativa de se elucidar ou caracterizar informações de forma padronizada seria um objetivo ambicioso, porém ainda não alcançado. A deterioração é um evento individual (a semente) e, no entanto, as pesquisas tentam constituir esse evento dentro de uma população, no nosso caso, dentro de um lote de sementes. MARCOS FILHO (2005) ressaltou, também, que a fisiologia da deterioração de sementes não está confinada à metodologia de pesquisa baseada em técnicas rotineiras, mas sim àquelas baseadas em padrões genéticos e moleculares, principalmente.

O teste de deterioração controlada para sementes de soja (ROSSETTO & MARCOS FILHO, 1995) permitiu observar diferenças na qualidade das sementes, apesar de terem utilizado poucos lotes. De acordo com esses autores, apesar da existência de um número razoável de testes para avaliação do vigor, principalmente para grandes culturas, a intensificação de estudos sobre o teste de deterioração controlada constitui alternativa interessante, pois segundo SIMONI (2003) é relativamente simples, não exige equipamentos sofisticados e não apresenta dificuldades para padronização.

HAMPTON & TEKRONY (1995) observaram que o teste de deterioração controlada é um teste semelhante ao de envelhecimento acelerado, mas com controle mais eficiente e preciso da temperatura e umidade, durante o envelhecimento. Segundo MATTHEWS (1980), o teor de água inicial de todos os lotes é uniformizado antes da

exposição à deterioração. Assim, o teor de água das sementes durante o teste é constante, o que não se verifica para o teste de envelhecimento acelerado. O ajuste do teor de água faz com que as sementes atinjam, antecipadamente, o ponto de equilíbrio, sendo submetidas a um estresse mais rigoroso que no teste de envelhecimento acelerado, onde o teor de água aumenta descontroladamente, entre as mesmas, durante o teste, até atingirem o equilíbrio (KRZYZANOWSKI et al., 2001).

POWELL & MATTHEWS (1981), mencionaram que devido à existência da relação entre o teor de água das sementes e a temperatura durante o período de deterioração, o teor de água das sementes deve ser ajustado a um nível adequado para uma determinada temperatura. Assim, se esta temperatura for maior, podem se utilizar sementes com menor teor inicial de água, ou vice-versa.

As limitações no emprego do teste de deterioração controlada como teste de rotina, segundo POWELL & MATTHEWS (1981), referem-se à precisão na elevação do teor de água das sementes, havendo uma necessidade de treinamento e experiência adicional às normalmente empregadas em testes rotineiros, sendo de primordial importância a utilização de metodologia padronizada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análises de Sementes (LAS) do Departamento de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), Câmpus de Jaboticabal.

Foram utilizados cinco lotes de sementes de amendoim, da cultivar IAC – 886 (Runner), peneira 21/64" (8,5mm), cedidos pela Cooperativa dos Plantadores de Cana-de-açúcar da Zona de Guariba (COPLANA), localizada em Jaboticabal – SP. Os lotes foram provenientes da região, safra 2004/2005. As sementes acondicionadas em sacos de pano foram armazenadas em câmara fria a 10°C e 45-50% de umidade relativa do ar, permanecendo nestas condições até o final da fase experimental. Para a realização dos testes, as sementes eram retiradas com antecedência da câmara e postas em condições ambientes do LAS.

As sementes não estavam tratadas, sendo o tratamento previamente feito com MAXIN XL[®] (i.a. fludioxonil-25g.L⁻¹ e propionato de metila-10g.L⁻¹ + inertes), na dosagem de 1,5mL.kg⁻¹ de sementes e adicionando como veículo 11mL de álcool hidratado (70%) por kilogramas de sementes, em datas anteriores à realização dos testes, segundo recomendações da COPLANA.

3.1 Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes de sementes

3.1.1 Determinação do teor de água das sementes

As amostras de sementes foram submetidas à determinação do teor de água, empregando duas subamostras de 25 sementes de cada lote (10 gramas), utilizando o método da estufa, a 105±3°C, durante 24 horas, de acordo com as Regras de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992).

3.1.2 Teste de germinação em areia (TG areia)

Foram utilizadas oito subamostras de 25 sementes de cada lote, distribuídas em bandejas de plástico (26x16x10cm) contendo areia lavada e esterilizada. O teste foi conduzido em temperatura ambiente, com uso de irrigação complementar, quando necessário. As avaliações foram realizadas no quinto e décimo dia da instalação do teste, conforme procedimento das RAS (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.1.3 Teste de germinação em papel (TG papel)

Foram utilizadas oito subamostras de 25 sementes de cada lote, distribuídas em rolos de papel toalha, embebidos com água na proporção de 2,5 vezes o seu peso

seco. O teste foi conduzido a 25°C, em germinador. As avaliações foram realizadas no quinto e décimo dia da instalação do teste, conforme procedimento das RAS (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.1.4 Teste de primeira contagem de germinação (PCG)

Simultaneamente ao teste de germinação em areia, foi realizado o teste de primeira contagem de germinação, sendo a porcentagem de plântulas normais obtidas no quinto dia após a instalação do teste de germinação (areia). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.1.5 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Foi conduzido em conjunto com o teste de germinação em areia, anotando-se o número de plântulas que apresentaram as folhas embrionárias visíveis. Ao final do teste foi calculado, segundo os dados diários do número de plântulas normais, o IVE empregando-se a fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$\text{IVE} = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n, \text{ onde:}$$

IVE = índice de velocidade de emergência;

E_1 , E_2 e E_n = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última avaliação, respectivamente;

N_1 , N_2 e N_n = número de dias da semente à primeira, segunda e última avaliação respectivamente.

3.1.6 Determinação da massa seca de plântulas (MS)

Simultaneamente ao teste de germinação em areia, foi realizado o teste de determinação da massa seca de plântulas. As plântulas normais de cada repetição foram retiradas do substrato e contadas. Com o auxílio de uma lâmina de barbear, foram removidos os cotilédones. As plântulas foram colocadas em sacos de papel e postas para secar em estufa regulada a 65⁰C até obtenção de peso constante das amostras, atingido com quatro dias. Após esse período, as amostras foram retiradas e postas para esfriar em dessecador. As repetições, uma vez esfriadas, foram pesadas em balanças de precisão de 0,001g, descontando-se o peso do papel e determinando o peso da massa seca total das plântulas normais da repetição. O peso foi dividido pelo número de plântulas normais componentes de cada repetição, resultando no peso médio de massa seca por plântula, expresso em miligramas por planta.

3.1.7 Teste de condutividade elétrica (CE)

Foi realizado com quatro subamostras de 25 sementes de cada lote, previamente pesadas, imersas em copos de plástico (com capacidade de 200 mL), contendo 75 mL de água destilada e mantidas a 25°C durante 24 horas, de acordo com VANZOLINI (1998). Após este período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica com condutímetro digital. Os resultados foram divididos pela massa de sementes e a condutividade expressa em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

3.1.8 Teste de envelhecimento acelerado (EA)

Foi realizado com quatro subamostras de 100 sementes para cada lote, sendo distribuídas numa camada única e uniforme, sobre tela de alumínio fixada em caixa plástica (gerbox – 11x11x3cm), contendo no fundo 40 mL de água destilada. As caixas foram mantidas a 42°C por 72 horas (USBERTI, 1982) em câmara de envelhecimento

jaquetada. Posteriormente foram instalados os testes de teor de água e de germinação (BRASIL, 1992), visando calcular o teor de água das sementes ao saírem da câmara de envelhecimento, para garantir que os mesmos não fossem tão discrepantes entre os lotes, variando em torno de 2 a 3 pontos percentuais, e a porcentagem de plântulas normais no quinto e décimo dia, respectivamente. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.1.9 Teste de emergência em campo (EC)

Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes para cada lote, sendo semeadas em sulcos com 2,5m de comprimento a 0,05m de profundidade, distanciadas entre si de 0,30m. Foi realizada irrigação complementar quando necessário, durante o período de avaliação, tornando as condições favoráveis a um bom desempenho dos lotes, quanto à emergência. A semeadura foi realizada em 21/09/2005. A contagem das plântulas emergidas foi feita aos 21 dias após a semeadura (NAKAGAWA, 1994). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2 Processo de embebição dos lotes e teste de deterioração controlada

Os testes realizados anteriormente fizeram parte de uma primeira etapa da pesquisa. Posteriormente, numa segunda etapa, foi realizado o processo de embebição (hidratação) das sementes para elevação dos teores de água aos níveis desejados para a realização dos testes de deterioração controlada e, conseqüentemente, a realização do mesmo.

3.2.1 Processo de embebição

Foram testadas duas metodologias para elevação dos teores de água das sementes dos cinco lotes. Primeiramente, objetivou-se avaliar qual delas seria mais

eficiente em atingir os teores de água desejados. Posteriormente, apenas uma delas foi utilizada para uso no teste de deterioração controlada.

Todas as sementes utilizadas foram previamente tratadas, conforme descrito no terceiro parágrafo do item número 3.

Para a metodologia do **substrato úmido**, foram utilizadas duas repetições de 50 sementes por subamostra de cada lote, pesadas e separadas inicialmente para cada período de avaliação dos teores de água nas sementes, sendo estes divididos em: 30 min., 1h, 1h30min., 2h, 2h30min., 3h, 3h30 min. 4h, 4h30min., 5h, 5h30min., 6h, 12 h, 18h, 24h, 30h, 36h, 42h e 48h (Figura 1).

As sementes de cada repetição foram umedecidas por meio de 6 folhas de papel toalha umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso seco do papel e mantidas a 25°C em caixas de plástico (26x16x10cm) no germinador (Figura 1), até atingirem o respectivo período de avaliação. Os cálculos dos teores de água foram feitos com base na metodologia proposta por WANG & HAMPTON (1991) apud HAMPTON et al. (1992), que leva em consideração o teor de água inicial, o peso inicial dos lotes e qual seria o peso final dos mesmos para que fossem atingidos os teores de água desejados, ou avaliados num dado período de embebição, por meio da seguinte fórmula:

$$W_2 = \frac{(100 - A) \times W_1}{(100 - B)}$$

onde:

A = teor de água inicial das sementes;

B = teor de água requerido;

W_1 = peso inicial das sementes (g);

W_2 = peso final das sementes (g), para o teor de água requerido.



Figura 1. A – Sementes envolvidas pelas folhas de papel toalha (duas repetições para cada lote); B – Separação das subamostras para cada período de embebição em caixas plásticas; C – Processo de embebição em germinador a 25⁰C. UNESP – Jaboticabal, 2006.

Nessas condições foram avaliados quais os períodos para atingir os teores de água desejados para o teste de deterioração controlada (15, 20 e 25%) e, também foi observado o comportamento dos lotes 1 (vigor médio/alto) e lote 5 (vigor baixo) quanto ao desenvolvimento do eixo embrionário após 48 horas de embebição, com auxílio de lupa (10x) sendo apenas ilustrado por figuras auxiliares.

Outro método utilizado para embebição das sementes dos lotes de amendoim foi o da **atmosfera úmida**, que foi realizado com duas repetições de 350 sementes para cada subamostra de cada lote, distribuídas em uma tela adaptada de nylon, em camada única, fixada dentro de caixas de plástico (26x16x10cm) com 500 mL de água destilada no fundo (simulando um “gerbox”) e postas em germinador (adaptação na metodologia de ROSSETTO et al., 1995) (Figura 2). As sementes foram pesadas e separadas inicialmente para cada período de avaliação dos teores de água nas sementes, sendo estes divididos em: 30 min., 1h, 1h30min., 2h, 2h30min., 3h, 3h30 min. 4h, 4h30min., 5h, 5h30min., 6h, 12 h, 18h, 24h, 30h, 36h, 42h, 48h, 54h, 60h, 72h, 96h, 144h e 168h.

Como não há referências a respeito desta metodologia com este tipo de adaptação, os períodos foram definidos conforme foi observado o comportamento dos lotes em adquirirem os teores de água desejados, limitando-se até 168 horas.

Os cálculos dos teores de água foram efetuados conforme descrito para metodologia anterior.



Figura 2. **A** - Adaptação da metodologia de embebição pelo método da atmosfera úmida, simulando um gerbox; **B** – Pesagem das sementes para obtenção dos valores iniciais e finais, os quais determinaram os respectivos teores de água nas sementes; **C** – Processo de embebição em germinador a 25°C. UNESP – Jaboticabal, 2006.

Após a identificação da melhor metodologia (substrato úmido), e fazendo então o uso da mesma, foram pesados aproximadamente 110 gramas de sementes de cada lote, compondo uma subamostra (230 sementes) e efetuou-se a embebição, para umedecimento das sementes até os teores desejados para uso no teste de deterioração controlada.

3.2.2 Teste de deterioração controlada (DC)

Após o umedecimento das sementes com método mais eficiente de embebição (substrato úmido) e com respectivos teores de água desejados: 15, 20 e 25%, as sementes foram acondicionadas em recipientes de vidro hermeticamente fechados, a 10°C, durante cinco dias, para que o teor de água atingido fosse distribuído homogeneamente pelas tecidos das sementes (equilíbrio), dentro de cada recipiente, em câmara com controle de temperatura do tipo BOD (Figura 3).



Figura 3. Acondicionamento das sementes para atingir uma distribuição homogênea dos teores de água desejados nos tecidos das sementes, em cada recipiente. UNESP – Jaboticabal, 2006.

Passado período de equilíbrio, foi realizada a determinação dos teores de água nas sementes antes do teste de DC (BRASIL, 1992). As sementes (subamostras) com determinados teores de água foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes com composição de 12 micron polyester (12 micras), com a seguinte medida, para sementes grandes, de 15x35cm. Os mesmos foram vedados em seladora elétrica (a quente) e imersos em água a 40° ou 45°C, em aparelho tipo banho-maria (Figura 4), por 48 horas (ROSSETTO & MARCOS FILHO, 1995). Após os respectivos períodos de exposição, os saquinhos foram retirados e postos em bandejas de plástico para atingir o equilíbrio térmico, em temperatura ambiente por 30 minutos. Em seguida foram instalados os testes de teor de água e de germinação (BRASIL, 1992), visando calcular o teor de água após a exposição das sementes ao banho-maria, a fim de garantir o controle dos respectivos teores de água, e a porcentagem de plântulas normais no décimo dia.

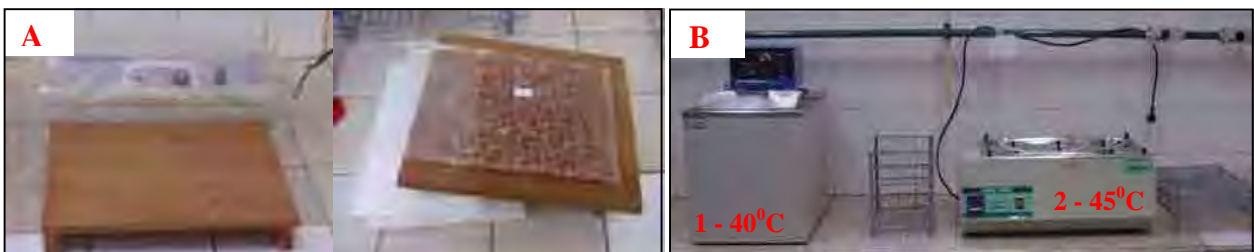


Figura 4. A – Embalagem e processo de selamento a quente antes da imersão das sementes nos aparelhos de banho-maria; B - Aparelhos de banho-maria e suportes adaptados para imersão das sementes nas respectivas temperaturas (1 - 40°C; 2 - 45°C), durante 48 horas de exposição. UNESP – Jaboticabal, 2006.

3.3 Delineamento experimental

Para a caracterização inicial dos lotes, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com oito repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o teste de deterioração controlada, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2x3, sendo 5 lotes, 2 temperaturas de exposição em aparelho tipo banho-maria (40 e 45⁰C) e 3 teores de água nas sementes (15, 20 e 25%), com cinco repetições de 25 sementes, sendo que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram determinados os coeficientes de correlação linear simples (r) de Pearson, entre os parâmetros utilizados na determinação da germinação, emergência e vigor das sementes com os resultados das combinações do teste de deterioração controlada.

A avaliação procedeu-se com dados não transformados, sendo, no entanto, verificado a homogeneidade da variância, a distribuição normal dos erros e a não significância para o teste de qui-quadrado, garantindo o uso dos mesmos.

As análises de variância foram realizadas de acordo com os procedimentos do Statistical Analysis System (SAS Institute, 1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes de sementes

Os resultados da caracterização inicial dos lotes de sementes (Tabela 1) mostraram diferenças estatísticas significativas na qualidade das sementes, detectadas pelos testes de germinação em areia e em papel, de primeira contagem de germinação, índice de velocidade de emergência e massa seca de plântulas. Este último foi eficiente para diferenciar estatisticamente apenas os extremos de vigor entre os lotes, ou seja, o lote1 de maior vigor e o lote 5 de menor vigor. Embora este último teste não tenha

detectado diferença na qualidade das sementes dos demais lotes, pode ser verificada a maior sensibilidade nesta para os lotes 4 e 5, quando submetidos aos testes de primeira contagem de germinação, índice de velocidade de emergência (Tabela 1), condutividade elétrica e emergência em campo (Tabela 2).

TABELA 1. Teor de água (TA) e qualidade inicial dos lotes de sementes da cv. IAC-886 avaliados pelos testes de germinação em areia (TG areia), de germinação em papel (TG papel), de primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca (MS). UNESP - Jaboticabal, 2005.

LOTES	TA(%)	TG areia	TG papel	PCG	IVE	MS (mg por plântula)
		-----%-----				
1	5,74	75,00 a ⁽¹⁾	67,50 ab	64,00 a	13,48 a	203,38 a
2	6,19	72,50 a	76,00 a	47,25 bc	10,67 b	188,50 ab
3	6,35	71,50 a	73,50 ab	57,00 ab	12,52 ab	200,25 ab
4	5,93	52,50 b	58,75 bc	26,50 d	06,95 c	184,25 ab
5	6,04	52,00 b	49,50 c	36,50 cd	08,20 c	180,25 b
F		13,24**	8,15**	25,11**	24,96**	03,47*
DMS		13,10	15,58	12,28	02,26	21,98
CV (%)		14,13	16,67	18,47	15,15	07,99

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade;

² ns Não significativo, ** e * significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Os resultados do teor de água (TA) das sementes foram homogêneos, apresentando uma variação de 0,61% pontos percentuais entre o lote de menor valor (5,74%) e o de maior valor (6,35%) (Tabela 1). A homogeneidade dos teores de água das sementes é importante, pois para determinados testes de vigor, estes podem

interferir diretamente nos mesmos, como é o caso do teste de condutividade elétrica, que segundo VANZOLINI & NAKAGAWA (1999), para sementes de amendoim, à medida que os teores de água aumentaram de 5 para 9%, os valores de condutividade elétrica diminuíram, ressaltando também que a diferença na CE acentua-se em sementes mais secas (5%). Os autores sugeriram que o ideal seria comparar lotes com teor de água semelhante (≤ 1 ponto porcentual). Neste experimento, quando foi realizado o teste de condutividade elétrica para os lotes de sementes desta cultivar, foi observado que o lote 1, com menor TA, apresentou menor valor de condutividade elétrica, indicando maior vigor e, assim, evidenciando a homogeneidade entre os teores de água iniciais.

TABELA 2. Qualidade inicial dos lotes de sementes de amendoim cv. IAC-886 avaliados pelos testes de condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas em campo (EC). UNESP – Jaboticabal. 2005.

LOTES	CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$)	EA (%)	EC (%)
1	35,96 a ⁽¹⁾	60,00 b	75,00 abc
2	41,64 bc	74,40 a	79,00 ab
3	37,94 ab	64,00 ab	83,00 a
4	49,12 d	56,00 b	62,50 c
5	45,85 cd	52,00 b	64,50 bc
F	36,45** ⁽²⁾	07,54**	06,85**
DMS	03,99	13,24	14,98
CV (%)	04,22	11,42	09,42

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade;

² ns Não significativo, ** e * significativo a 1% e 5%, respectivamente.

O índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) permitiu diferenciar estatisticamente os lotes, indicando um maior vigor para o lote 1 e um menor para os lotes 4 e 5. Pelo teste de primeira contagem de germinação (PCG), foi observada

diferenças de vigor entre os lotes e, assim como no IVE, destacou o lote 1 como de maior vigor (Tabela 1).

Os resultados observados pelos testes de germinação e pelos de vigor permitiram relatar que estes últimos foram mais eficientes na predição do desempenho de emergência de plântulas em campo (Tabelas 1 e 2). SPINA & CARVALHO apud VIEIRA & CARVALHO (1994), relataram que a qualidade fisiológica de um lote de sementes poderia ser razoavelmente bem avaliada, usando-se do teste padrão de germinação, desde que o lote apresentasse alta homogeneidade. Entretanto, se o mesmo apresentar um pequeno grau de heterogeneidade, o teste de germinação poderia apresentar baixa sensibilidade e, nesse caso, os testes de vigor representariam melhor o desempenho do lote no campo.

Essa questão de homogeneidade do lote pode e deve ser discutida nos trabalhos com sementes de amendoim, pois é sabido, até o momento, que não há programas de produção de sementes que permitam rastrear os lotes sementes desta espécie e, portanto, sua origem. Além disso, há uma mistura de lotes de uma mesma cultivar, mas de regiões diferentes, ou seja, produzidos sob condições diferentes. Neste aspecto, torna-se clara a necessidade de utilização dos testes de vigor em sementes de amendoim por parte das empresas produtoras de sementes ou que as comercializam, para diferenciar os níveis de vigor entre os lotes obtidos.

No teste de envelhecimento acelerado (EA - Tabela 2) foi observada a separação do vigor dos lotes em dois grupos, sendo um de maior e outro de menor vigor, representados pelos lotes 2 e 3 e, 1, 4 e 5, respectivamente. No entanto, apenas o lote 2 se diferenciou como de maior vigor. Contudo o mesmo não diferiu significativamente do lote 3.

Em relação ao teste de emergência em campo (Tabela 2), o lote 3 apresentou maior vigor em relação aos demais, no entanto não se diferenciou dos lotes 1 e 2 e, apresentou tendência de resultados semelhantes com os de germinação em papel (Tabela 1). Para os lotes de menor vigor (4 e 5), nas condições em que o teste foi instalado, estes apresentaram uma pequena recuperação do vigor, fato este observado também para os lotes de maior vigor. Possivelmente os fatores que contribuíram para

essa recuperação podem estar ligados à quebra de dormência e a menor utilização, neste teste, de sementes duras, fatores estes não abordados na pesquisa. Segundo SILVA (2003), isto se deve, também, possivelmente a fatores inerentes às condições edafoclimáticas que ocorreram no local de semeadura, os quais favoreceram o desencadeamento do processo germinativo, em especial dos lotes de vigor inicialmente baixo. Todavia, os fatores edafoclimáticos não deveriam favorecer lotes de baixo potencial. De acordo com VIEIRA et al. (1999), MATTHEWS (1980), PIANA et al. (1995), uma boa correlação entre os testes de laboratório e de emergência em campo tem sido encontrada. No entanto, EGLI & TEKRONY (1995) consideraram que resultados de testes de laboratório e de campo podem não apresentar boas correlações, já que as condições ambientais são variáveis e imprevisíveis. Além disso, os testes laboratoriais têm seu uso magno para distinção dos diferentes níveis de vigor entre lotes com mesmo potencial germinativo e, neste caso, não teriam que prever o desempenho de lotes semelhantes em condições de campo.

4.2 Processo de embebição de água

Em relação ao processo de embebição as Figuras 5 e 6 permitiram avaliar a curva de embebição de água pelas sementes dos cinco lotes e, somente a partir da metodologia com uso do substrato úmido, para elevação dos TA, foi possível notar as três fases do processo germinativo das sementes destes lotes durante os períodos avaliados. Esta permitiu ainda que os TA para o teste de deterioração controlada (DC) fossem atingidos com maior rapidez. Com isso, a metodologia do substrato úmido foi escolhida para propiciar os TA desejados no teste de DC.

Entretanto, em sementes de soja a elevação do teor de água para 15% pelo método do substrato úmido na proporção 2,5 vezes a massa do papel em água a 25^oC, reduziu a porcentagem de germinação devido a danos durante a embebição (ROSSETTO & MARCOS FILHO, 1995).

No entanto, mesmo sendo visualizadas redução nas porcentagens de germinação no teste de DC, acredita-se que as mesmas ocorreram para todos os lotes, conforme a igualdade no processo de embebição, evidenciado pelas curvas e, principalmente na relação positiva das porcentagens de germinação do teste de DC com as dos testes iniciais para caracterização dos lotes (fatos elucidados à frente).

Em relação à outra metodologia testada, atmosfera úmida – adaptada, esta propiciou a elevação do TA para valores até 16% (Figura 6), durante o período avaliado (168 horas), o que já descarta o seu uso mesmo sem avaliar as porcentagens de germinação dos lotes em ambas as metodologias testadas. É válido ressaltar que as empresas devem optar por testes representativos, reproduzíveis (em diferentes localidades, dentro de suas especificidades), eficazes e rápidos. No entanto, várias pesquisas fazem o uso desta metodologia, mas utilizam apenas sementes de menor tamanho, como as de olerícolas, por exemplo. Porém, a metodologia do substrato úmido foi a utilizada na validação do teste de deterioração controlada para sementes pequenas de vegetais (POWELL & MATTHEWS (2005)).

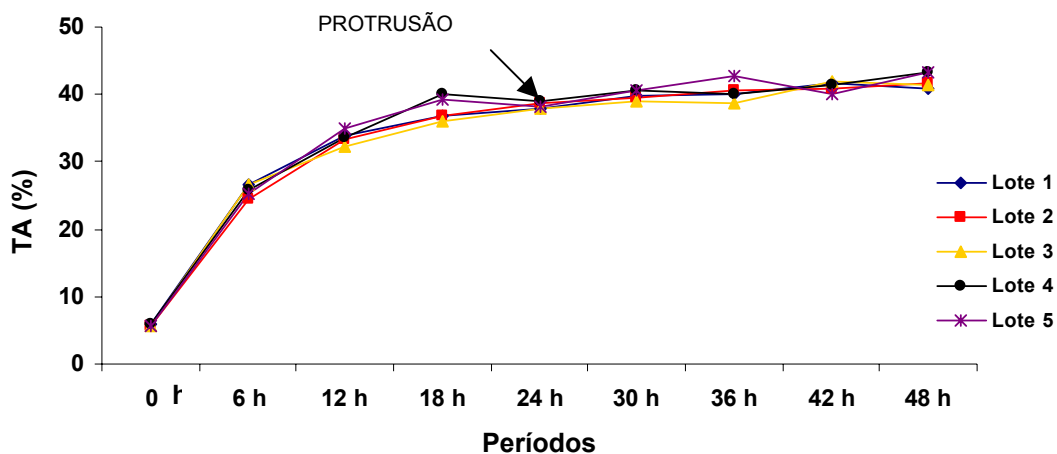


Figura 5. Teores de água (%) e períodos de embebição (horas) em cinco lotes de sementes de amendoim cv. IAC-886 avaliados pelo método do substrato úmido. UNESP – Jaboticabal, 2006.

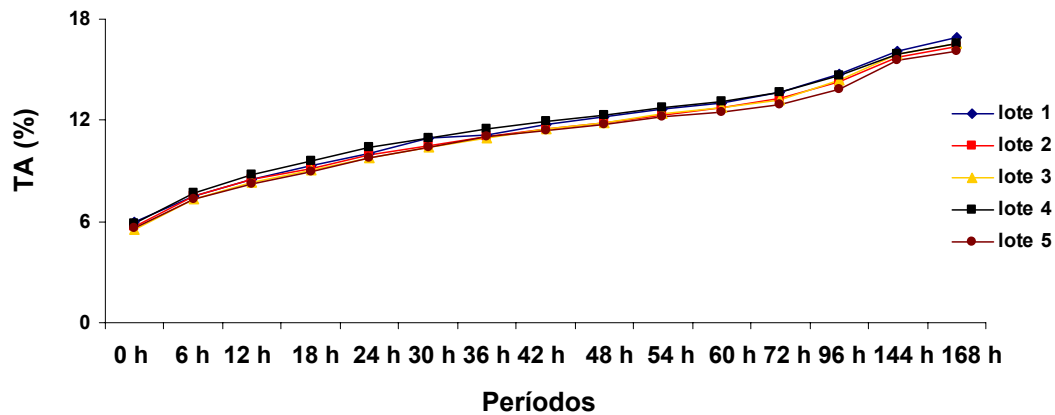


Figura 6. Teores de água (%) e períodos de embebição (horas) em cinco lotes de sementes de amendoim cv. IAC-886 avaliados pelo método da atmosfera úmida. UNESP – Jaboticabal, 2006.

Pela Figura 5, foi observado que períodos inferiores a 6 horas de embebição para as sementes dos cinco lotes testados possibilitaram atingir o TA desejado mais elevado (25%), sendo dispostos na Tabela 3 e, tornando a metodologia favorável para uso no teste de DC, conforme enfatizado por ROSSETTO et al. (1995) e POWELL & MATTHEWS (2005).

Tabela 3. Períodos requeridos (horas e minutos) pelo método do substrato úmido para atingir os teores de água desejados nas sementes antes do teste de deterioração controlada. UNESP – Jaboticabal, 2006.

LOTES	TEORES DE ÁGUA DESEJADOS		
	15%	20%	25%
1	1h40min	2h30min	4h
2	1h40min	2h40min	4h
3	1h50min	2h50min	4h
4	1h30min	2h20min	3h30min
5	1h30min	2h20min	3h30min

Considerando o método de substrato úmido, com intuito de observação apenas, foi possível detectar o momento da protrusão da radícula, que foi em torno das 24 horas após o início do processo de embebição pelos cinco lotes de sementes desta cultivar (IAC-886), já que os mesmos demonstraram um comportamento semelhante quanto aos períodos de embebição para que fossem atingidos os TA desejados no teste de DC. A Figura 7 ilustra a condição do embrião após as 24 horas de embebição para o lote 1.

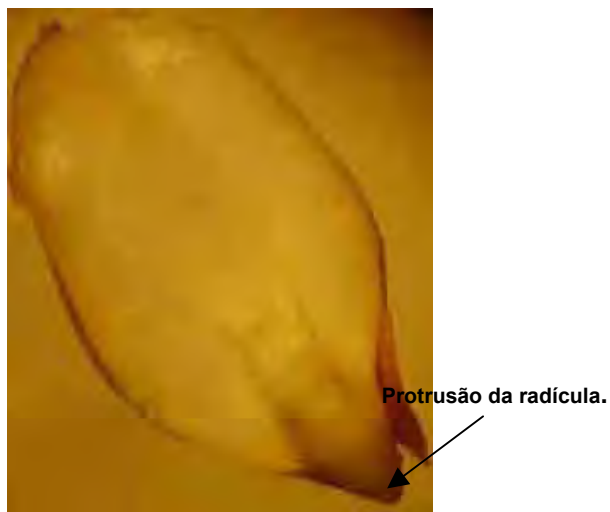


Figura 7. Semente do lote 1 após 24 horas de embebição pelo método do substrato úmido. Em destaque a protrusão da radícula. UNESP – Jaboticabal, 2006.

Outras observações puderam ser feitas, no estudo de avaliação das metodologias, notando-se as diferenças no desenvolvimento dos eixos embrionários das sementes do lote com vigor médio/alto (lote 1) em relação aos de sementes de baixo vigor (lote 5). A Figura 8 enriquece essas considerações, quando ilustra o desenvolvimento dos embriões do lote 1 e do lote 5 após 42 e 48 horas de embebição.

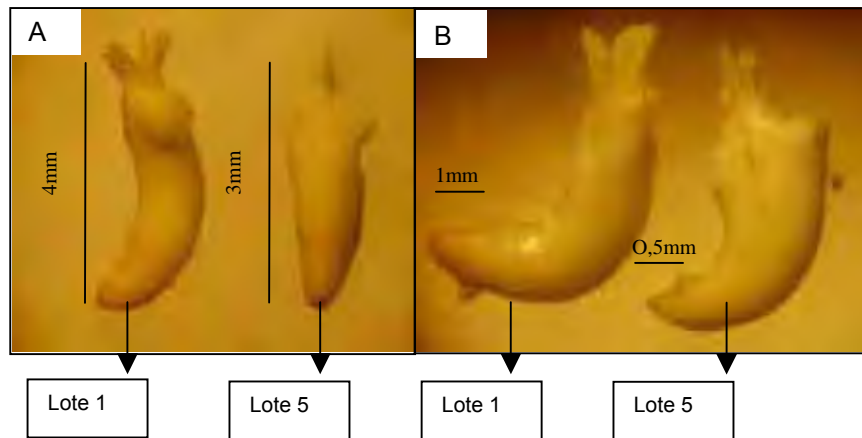


Figura 8. A – Comparação entre os lotes 1 e 5 quanto ao desenvolvimento do eixo embrionário após 42 horas de embebição;
 B – Comparação entre os lotes 1 e 5 quanto ao desenvolvimento do eixo embrionário após 48 horas de embebição.

4.3 Teste de deterioração controlada

Em relação ao teste de deterioração controlada (DC), os lotes apresentaram variações de vigor de acordo com as combinações empregadas. Os dados referentes ao teor de água das sementes antes da instalação do teste de DC e após o ajuste dos mesmos e, os teores de água das sementes após a realização do teste de DC estão na Tabela 4. É sabido que o teste de DC exibe uma ligeira vantagem em relação ao teste de envelhecimento acelerado por ter os TA controlados durante sua manipulação, permitindo que o processo deteriorativo seja uniformizado entre as sementes.

MARCOS FILHO et al. (1978) ressaltaram que sementes com maior teor de água mostram maior sensibilidade às condições de altas temperaturas e umidade, devido à elevação da atividade metabólica.

Valores bem próximos aos estabelecidos (15%, 20% e 25%) após o teste de DC demonstraram que a metodologia foi bem empregada e que o controle dos teores de água foi realizado com sucesso.

Tabela 4. Dados médios de teor de água, obtidos de cinco lotes de sementes de amendoim IAC-886, por ocasião do teste de deterioração controlada (DC). UNESP – Jaboticabal, 2006.

LOTES	TA ANTES DO DC (%)					
	40 ^o C			45 ^o C		
	15%	20%	25%	15%	20%	25%
1	15,71	20,41	25,90	16,00	20,26	24,95
2	15,81	19,73	25,33	15,30	20,30	25,85
3	16,00	20,50	25,12	16,00	20,30	25,50
4	15,62	22,60	26,00	14,97	20,60	25,32
5	15,00	20,90	25,92	15,26	20,53	25,00

LOTES	TA DEPOIS DO DC (%)					
	40 ^o C			45 ^o C		
	15%	20%	25%	15%	20%	25%
1	15,42	19,50	25,56	16,00	19,80	25,30
2	15,90	20,10	25,63	15,27	20,26	25,81
3	16,13	20,50	24,72	16,30	20,55	25,27
4	15,80	23,00	26,37	15,12	20,00	25,09
5	14,60	20,65	25,10	15,40	20,50	25,20

Na Tabela 5 estão apresentados os valores médios e resultados obtidos na análise de variância para a germinação das sementes dos cinco lotes após o emprego do teste de deterioração controlada.

Foram observadas diferenças significativas na germinação de sementes para lotes, temperaturas de exposição e teores de água nas sementes no teste de DC. Em relação aos lotes, os que apresentaram melhor germinação foram os lotes 1 e 2, considerados de maior vigor, precedidos pelo lote 3, com vigor médio/alto e os lotes 4 e 5, considerados de vigor baixo e médio/baixo, respectivamente.

Essa classificação pôde ser observada nos testes de vigor utilizados. Primeiramente foi observada a relação com o teste de emergência de plântulas em campo, permitindo a separação em até três níveis de vigor, em ambos os testes. No entanto, o teste de DC foi bastante drástico, em termos de percentuais germinativos,

para as sementes dos lotes testados, mas este fator não torna-se um diferencial negativo, já que não tivemos nenhum lote com germinação igual a zero.

TABELA 5. Valores médios e resultados obtidos na análise de variância para as porcentagens de germinação de sementes de amendoim IAC-886 submetidas ao teste de deterioração controlada. UNESP – Jaboticabal, 2006.

LOTES (LT)	Germinação (%)
1	33,60 a ⁽¹⁾
2	34,13 a
3	27,73 ab
4	20,13 c
5	24,80 bc
F	10,59**
DMS (%)	07,15
TEMPERATURAS (TP)	Germinação (%)
40 ^o C	31,78 a
45 ^o C	24,37 b
F	20,62**
DMS (%)	03,23
TEORES DE ÁGUA (TA)	Germinação (%)
15%	33,44 a
20%	24,88 b
25%	25,92 b
F	10,91**
DMS (%)	04,75
INTERAÇÕES	F
LTxTP	01,69 ns ⁽²⁾
LTxTA	02,45 *
TPxTA	12,01 **
LTxTPxTA	03,34 **
CV (%)	35,60

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade;

² ns Não significativo, ** e * significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Quando foram observadas as temperaturas de exposição em aparelho tipo banho-maria por 48 horas, a temperatura de 40^oC indicou maior porcentual germinativo,

diferindo estatisticamente da temperatura de 45⁰C (Tabela 6) para todos os lotes. Esses resultados concordam com os princípios do processo deletério proposto durante o envelhecimento, em que os teores de água nas sementes e as temperaturas de exposição afetam diretamente o potencial fisiológico dos lotes.

Em relação aos teores de água nas sementes (Tabela 7), também ocorreram diferenças significativas entre as porcentagens de germinação, condicionando ao TA de 15% maiores porcentagens de germinação, enquanto que para os teores de 20 e 25% de água nas sementes não diferiram entre si estatisticamente, mostrando que neste caso, as temperaturas apresentaram um efeito maior. Esses resultados coincidem com as previsões esperadas para o teste de DC, em que TA mais elevados são mais drásticos para as sementes, acelerando o processo de deterioração, principalmente quando expostos as temperaturas mais altas. ROSSETTO & MARCOS FILHO (1995) em sementes de soja, observaram que os teores de água mais elevados causaram maior efeito deletério nas mesmas.

PADILHA et al. (2001) ressaltaram que quando as sementes de milho foram submetidas com teores mais elevados de água ao teste de DC, apresentaram menores porcentagens de germinação, além de sofrerem alterações nos seus padrões enzimáticos, com efeito deletério para as enzimas estudadas, as quais se correlacionavam diretamente com a constituição das membranas e com a liberação de energia celular. Em um trabalho com uso dos testes de DC e EA, com e sem solução salina. ROSSETTO et al. (2004), em sementes de amendoim, relataram que as sementes com teores de água igual a 20% não permitiram a diferenciação dos lotes em três níveis de vigor, principalmente quando expostas a temperatura de 45⁰C.

As interações entre os fatores avaliados também estão expostas na Tabela 5, onde os fatores lotes e teores de água, temperaturas e teores de água e a interação tripla foram significativos aos níveis de, 5 e 1%, enquanto que a interação lotes e temperaturas foi não significativa.

Pela Tabela 6 foi possível observar que as porcentagens médias de germinação não dependem da ação em conjunto dos lotes e das respectivas temperaturas de exposição ao banho-maria, sendo independente, um fator do outro. Uma outra

informação importante é que a cada grau aumentado na temperatura de exposição ocorreu uma queda de 2,22 pontos percentuais na germinação (em relação ao TGareia).

TABELA 6. Germinação (%) dos lotes de sementes de amendoim IAC-886, no teste de deterioração controlada, submetidos a duas temperaturas de exposição em banho-maria. UNESP – Jaboticabal, 2006.

LOTES	TEMPERATURAS		MÉDIAS
	40°C	45°C	
1	37,34	29,87	33,60 a
2	39,20	29,07	34,13 a
3	33,60	21,87	27,73 ab
4	24,27	16,00	20,13 c
5	24,53	25,07	24,80 bc
MÉDIAS	31,78 A ⁽¹⁾	24,37 B	

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O desdobramento da interação significativa entre lotes e teores de água em relação às porcentagens médias de germinação após o teste de DC está apresentado na Tabela 7. Observou-se que para as sementes do lote 1 e 2, quando fixado o efeito das temperaturas, o TA de 15% foi o que propiciou menor efeito deletério nas sementes destes lotes, considerando que as porcentagens de germinação no lote 1 não diferiram significativamente do TA de 20%. Já o TA de 25%, apresentou um efeito deletério maior e não permitiu a separação dos lotes. Estes resultados concordaram com os obtidos por CASTRO et al. (2001), que trabalhando com sementes de milho puderam observar valores superiores de germinação para o TA de 15%.

Os TA de 20 e 25%, para o lote 2, possibilitaram observar o maior efeito deletério nas sementes do mesmo, não diferindo estatisticamente. Quando o teor de água foi avaliado para os lotes 3, 4 e 5, este mostrou-se indiferente quanto a porcentagem de germinação, não diferindo-se significativamente para os lotes em questão e, foi observado um maior efeito deletério para as sementes do lote 4 (Tabela 7).

Pela Tabela 7, o TA de 15% permitiu diferenciar estatisticamente os lotes em dois grupos de vigor, sendo que o primeiro grupo foi composto pelos lotes 1 e 2, com alto vigor e, o segundo pelos lotes 3, 4 e 5, com vigor médio/baixo. Em relação aos teores de água mais elevados (20 e 25%) essa classificação não pôde ser constatada, principalmente quando as sementes possuíam o TA igual a 25%, o qual não permitiu a diferenciação do vigor entre os cinco lotes. É válido ressaltar que para o teor de água de 20%, teríamos que apenas o lote 4 apresentando vigor médio/baixo, enquanto que os demais lotes apresentaram vigor médio, mas não se diferem estatisticamente.

TABELA 7. Desdobramento da interação significativa entre os lotes e os teores de água, em relação à porcentagem de germinação, nas sementes de amendoim IAC-886 no teste de deterioração controlada. UNESP – Jaboticabal, 2006.

LOTES	TEORES DE ÁGUA		
	15%	20%	25%
1	42,40 Aa	32,80 Aa	25,60 Ba
2	46,00 Aa	28,40 Bab	28,00 Ba
3	28,80 Ab	23,20 Aab	31,20 Aa
4	22,00 Ab	18,40 Ab	20,00 Aa
5	28,00 Ab	21,60 Aab	24,80 Aa

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

No parágrafo acima, os resultados equiparam-se com alguns testes de vigor, principalmente com o de emergência de plantas em campo (EC), para os lotes 1, 2, 4 e 5 (Tabela 2). Entretanto, o lote 3 apresentou um vigor médio no teste de DC e, quando semeado em campo, no teste de EC, este apresentou alto vigor, com porcentagem de germinação superior às dos lotes 1 e 2. Segundo SILVA (2003), os resultados de emergência em campo comprovam o fato de que os testes de vigor identificam os lotes com maior probabilidade de desempenho superior em campo, porém não dizem que aqueles que apresentaram baixo potencial de desempenho não poderão apresentar alto em campo, nas condições ideais.

Na faixa de 15 a 20% do teor de água nas sementes, houve uma queda de 2,56 pontos percentuais na germinação a cada aumento de 1 ponto percentual no teor de água. Já na faixa de 20 a 25%, o aumento de 20 para 25% do teor de água nas sementes não provocou quedas na germinação.

O desdobramento da interação significativa entre as temperaturas e teores de água no teste de DC está apresentado na Tabela 8 e, foi possível observar, de modo geral, que a germinação foi maior para a temperatura de 40°C, em relação à de 45°C, independentemente dos teores de água nas sementes, durante o teste de DC.

Na temperatura de 40°C (Tabela 8), as sementes com TA igual a 20% apresentaram menor percentual germinativo, enquanto que para os dois TA extremos, 15 e 25%, não foram observadas diferenças estatísticas. PADILHA et al. (2001) observaram que para os teores mais elevados de água nas sementes de milho, estas tiveram sua germinação diminuída em até 60%, em relação à germinação inicial, nestas condições.

No entanto, quando foi utilizada a temperatura de 45°C, foi possível diferenciar significativamente os percentuais de germinação, em três níveis de vigor, em relação aos três teores de água utilizados nas sementes durante o teste de DC, classificando o teor de 15% como sendo o que apresentou maior germinação e o teor de água de 25% a menor. Esses resultados concordam com os observados por ROSSETTO et al. (2004), em sementes de amendoim da cultivar Tatu. Assim, considerando esta

temperatura de exposição no teste de DC, os teores de água mais elevados nas sementes tenderam a acelerar o processo de deterioração das mesmas.

Para os TA de 15 e 20%, não foi possível diferenciar significativamente o efeito das temperaturas de exposição no teste de DC, em relação à porcentagem de germinação média dos lotes, porém, como já observado, para o TA de 20% estas foram bem menores, destacando-se o TA de 15%. Quando foi utilizado o TA para 25%, este se mostrou mais drástico quando exposto a temperatura de 45 °C, permitindo uma redução da porcentagem de germinação média dos lotes em torno de 52,72%, em relação à temperatura de 40 °C. Para os tratamentos sob 45°C de temperatura de exposição, com teores de água de 20 e 25%. ROSSETTO & MARCOS FILHO (1995) ressaltaram que os valores de germinação foram diminuídos drasticamente quando as temperaturas de exposição e os teores de água nas sementes eram maiores, causando maior efeito deletério.

TABELA 8. Desdobramento da interação significativa entre as temperaturas de exposição e os teores de água, em relação à porcentagem de germinação, nas sementes de amendoim IAC-886 no teste de deterioração controlada. UNESP – Jaboticabal, 2006.

TEMPERATURAS	TEORES DE ÁGUA		
	15%	20%	25%
40°C	35,20 Aa	24,96 Ba	35,20 Aa
45°C	31,68 Aa	24,80 Ba	16,64 Cb

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com PADILHA et al. (2001) pôde ser notada que temperatura e o grau de umidade das sementes são fatores diretamente ligados à taxa de deterioração das sementes.

Para o teste de DC, nesta pesquisa, foi observado que as porcentagens de germinação dependem da combinação dos fatores testados, caracterizando a ação em conjunto destes.

4.4 Coeficientes de correlação linear simples (r)

Foram observadas apenas duas correlações altamente significativas entre as diferentes combinações do teste de DC e os testes de germinação, emergência e vigor, que estão apresentadas na Tabela 9.

TABELA 9. Coeficientes de correlação linear simples [r] entre as variáveis analisadas nos testes de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim IAC-886. UNESP – Jaboticabal, 2006.

TESTES	PERÍODOS DE ENVELHECIMENTO NO TESTE DE DC ⁽¹⁾					
	40 ^o C ⁽²⁾			45 ^o C		
	TA ⁽³⁾			TA		
	15(%)	20(%)	25(%)	15(%)	20(%)	25(%)
EA	0,68	0,43	0,49	0,55	0,07	0,01
PCG	0,53	0,87	0,88	0,69	0,57	-0,13
MS	0,15	0,72	0,61	0,35	0,38	0,04
IVE	0,46	0,86	0,84	0,63	0,53	-0,09
TGareia	0,84	0,87	0,99**	0,91	0,63	-0,26
TGpapel	0,59	0,85	0,72	0,57	0,05	0,26
CE	-0,48	-0,87	-0,85	-0,64	-0,53	0,09
EC	0,47	0,99**	0,79	0,54	0,13	0,30

⁽¹⁾ Deterioração controlada; ⁽²⁾ Temperaturas de exposição, durante 48 horas em banho-maria;

⁽³⁾ Teores de água nas sementes;

** Significativo a 1% de probabilidade.

Pelo teste de correlação linear de Pearson o teste de DC, no período de exposição de 48 horas, com a temperatura de 40^oC e teor de água nas sementes de

20% foi observada correlação significativa e elevada com o teste de emergência em campo ($r=0,99^{**}$).

Para a mesma temperatura e teor de água nas sementes de 25% foi observada correlação significativa e elevada com o teste de germinação em areia ($r=0,99^{**}$).

Esses dados foram diferentes dos encontrados por ROSSETTO et al. (2004), para a cultivar Tatu, em que foram observadas correlações significativas para os tratamentos com temperaturas de exposição de 45⁰C e TA de 15% (DC) com a germinação em papel e com o teste de condutividade elétrica e, para o tratamento 40⁰C/15% foi relatada correlação apenas com germinação em papel.

SANTOS et al. (2003), em feijão verificaram que para o teste de DC as sementes com TA inicial de 20%, por 48 horas, sob temperatura de 45⁰C, apresentaram alta correlação com o teste de envelhecimento acelerado, revelando as diferenças entre o potencial fisiológico de sementes.

Neste aspecto, o teste de deterioração controlada foi drástico para as sementes desta cultivar, em relação aos percentuais germinativos, porém permitiu a diferenciação do vigor entre os lotes, principal característica em um teste de vigor.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que:

- ❖ O teste de deterioração controlada foi drástico para a germinação das sementes desta cultivar, porém permitiu diferenciar o vigor entre os lotes;
- ❖ A combinação de 40⁰C e TA nas sementes de 20%, no teste de DC, permitiu diferenciar os lotes de sementes e correlacionou-se com o teste de emergência de plântulas em campo;
- ❖ A temperatura de 45⁰C e os altos teores de água (20 e 25%) causaram uma queda drástica na germinação das sementes.

6 REFERÊNCIAS

ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.V. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLWSKI, T. T. (Ed.). **Seed biology**. 2. ed. New York: Academic Press, 1972. p.283-316.

AGRIANUAL 2006: **anúário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. p.177-180.

ALSADON, A.A.; YULE, L.J.; POWELL, A.A. Influence of seed ageing on the germination, vigour and emergence in module trays of tomato and cucumber seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.3, p.665-72, 1995.

ARAÚJO, J.M. **Oxidação de lipídeos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 22p. (Boletim de Extensão, 283).

ARTHUR, T.J.; TONKIN, J.H.B. Testando o vigor da semente. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.3, p.38-42, 1991.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 88p. (Contribution, 32).

BANERJEE, S.K. Observations on the inhibition of seed deterioration and its localization in barley and onion seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.6, n.4, p.1025-8, 1978.

BASAVARAJAPPA, B.S.; SHETTY, H.S.; PRAKASH, H.S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.19, n.2, p.279-286, 1991.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; TOKUHISA, D.; DIAS, L.A.S. Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.125-129, 2004.

BRANDÃO-JÚNIOR, D.S. **Eletroforese de proteína e isoenzima na avaliação da qualidade de sementes de milho**. 1996. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429p.

CARVALHO, N.M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.1-30.

CASTRO, M.M.; ZUCARELI, C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Comportamento e influência do teor de água no teste de deterioração controlada em sementes de milho (*Zea mays* L.). **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2, p.223, 2001.

CHAUHAN, K.P.S. The incidence of deterioration and its localization in ages seeds of soybean and barley. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.13, n.3, p.769-73, 1985.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3.ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p.

DELOUCHE, J.C. Planting seed quality. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION MECHANIZATION CONFERENCE, 1969, New Orleans. **Proceedings...** New Orleans: editora____, 1969. p.16-8.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-52, 1973.

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

DUBEY, A.K.; SINGH, P.; KATIYAR, R.P. Seed vigour in lentil (*Lens culinaris Medikus*). **Seed Research**, New Delhi, v.22, n.1, p.74-6, 1994.

EGLI, D.B; TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.3, p.595-607, 1995.

HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potencial versus actual seed performance-can vigour testing provide no answer? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.18, n.2, p.215-28, 1990.

HAMPTON, J.G.; JOHNSTONE, K.A.; EUA-UMPON, V. Ageing vigour tests for mungbeen and reach beand seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.3, p.643-653, 1992.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.N. Controlled deterioration test. In:_____. **Handbook of vigour tests methods**. Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p.70-8.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1981. 72p.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P.; VIEIRA, B.G.T.L. A deterioração controlada da semente de soja para a seleção de genótipos quanto a qualidade fisiológica. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.13, n.3, p.285, 2003.

KRZYZANOWSKI, F.C.; WEST, S.H.; FRANÇA NETO, J.B. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2, p.185, 2001.

KRZYZANOWSKI, F.C.; GILIOLI, J.L.; MIRANDA, L.C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. **Produção de soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1993. p.466-535.

LUCCA FILHO, O. Os processos requerem cada vez mais ajuste fino. **Revista Seed News**, Pelotas, v.3, n.6, 2004. Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed86/artigocapa86a.shtml>> Acesso em: 29 mar. 2005.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

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. p.1.1-1.21.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.4, n.2, p.3-35, 1994.

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

MARCOS FILHO, J.; FONSECA, M.C.B.; MAZZOTTI, M.A. Teor de umidade da semente e comportamento da soja no teste de envelhecimento rápido. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.3, p.11-16, 1978.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Controlled deterioration test. In: PERRY, D. A. **Handbook of vigour test methods**. Zurich: International Seed Testing Association, 1981. p.49-56.

MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P. D. **Seed production**. London: Butterworths, 1980. p.647-60.

McDONALD, M.B.; Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n. 1, p.177-237, 1999.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.48-85.

PADILHA, L.; VIEIRA, M.G.G.C.; VON PINHO, E.V.R.; CARVALHO, M.L.M. Relação entre o teste de deterioração controlada e o desempenho de sementes de milho em diferentes condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.198-204, 2001.

PANOBIANCO, M. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de tomate**. 2000. 152f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PERRY, D.A. Report of the vigour committee, 1974-1978. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.6, n.__, p.159-81, 1978.

PETERSON, J.M.; PERDOMO, J.A.; BURRIS, J.S. Influence of kernel position, mechanical damage and controlled deterioration on estimates of hybrid maize seed quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.3, p.647-57, 1995.

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.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Towards the validation of the controlled deterioration vigour test for small seeded vegetables. Technical Commottees. **Seed Testing International**, Aberdeen, n.129, p.21-24, Abril, 2005.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: VENTER, H.A. Van de. **Seed vigour testing seminar**. Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p.73-87.

POWELL, A.A.; DON, R.; HAIGH, P.; PHILLIPS, G.; TONKIN, J.H.B.; WHEATON, O.E. Assessment of the repeatability of the controlled deterioration vigour test both within and between laboratories. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.2, p.421-7, 1984.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration: a new vigour test for small seed vegetable. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2, p.633-40, 1981.

PRETE, C.E.C.; CÍCERO, S.M.; FOLEGATTI, M.V. Emergência de plântulas de soja no campo e sua relação com a embebição e condutividade elétrica das sementes. **Semina Ciência Agrária**, Londrina, v.15, n.1, p.32-7, 1993.

RODO, A.B. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola e sua relação com o desempenho das plantas em campo**. 2002. 123 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROSSETTO, C.A.V.; LIMA, T.M.; GUIMARÃES, E.C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, Brasília, v.39, n.8, p.795-801, 2004.

ROSSETTO, C.A.V.; FERNANDES, E.M.; MARCOS FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.171-178, 1995.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos de envelhecimento acelerado e deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.99-105, 1995.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.28-35, 2003.

SAS Institute. **SAS/STAT user's guide**: version 8. Cary, 1999. ____p.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; MAIA, M.S.; ASSIS, F.N. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasileira, v.21, n.2, p.127-134, 1999.

SHARMA, R.N. Modified controlled deterioration test for seed vigour in rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Research**, New Delhi, v.22, n.1, p.71-3, 1994.

SILVA, J.B. **Avaliação do vigor de sementes de beterraba**. 2003. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SIMONI, F. **Deterioração controlada em sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 2003. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

TASSO JÚNIOR, L.C.; MARQUES, M.O.; NOGUEIRA, G.A. **A Cultura do amendoim**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 218p.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigour to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.816-22, 1991.

TICELLI, M. **Danos mecânicos em sementes de amendoim (*Arachis hypogaea*) colhidas com diferentes estádios de maturação**. 2001. 59f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Tecnologia Pós-Colheita) - Faculdade de Engenharia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Ceres, 1977. 224p.

USBERTI, R. Relações entre teste de envelhecimento acelerado, potencial de armazenamento e tamanho de sementes em lotes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4. n.1. p.31-44. 1982.

VAN LEEWEN, K. **Deterioração controlada e outros testes de vigor em sementes de soja armazenadas**. 2003. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.

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

VANZOLINI, S. **Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 1998. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em genótipos de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.178-183, 1998.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994a, 164p.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994b. p.31-47.

VIERIA, R.D.; AGUERO, J.A.P.; PERECIN, D.; BITTENCOURT, S.R.M. Correlation of electrical conductivity and other vigor test with field emergence of soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n.1, p.67-75, 1999.

WILSON JÚNIOR, D.O.; McDONALD, M.D. The lipid peroxidation model of seed ageing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.14, n.2, p.269-300, 1986.

ZHANG, T.; HAMPTON, J.G. The controlled deterioration test induces dormancy in swede (*Brassica napus* var. *napobrassica*) seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n.3, p.1033-6, 1999.