MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA "ELISEU MACIEL"

INFLUÊNCIA DA PRÉ-HIDRATAÇÃO EM SEMENTES DE SOJA NA EFICIÊNCIA DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.

MARIA BENTA CASSETARI RODRIGUES

Tese apresentada à Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Francisco Amaral Villela, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

PELOTAS
Rio Grande do Sul-Brasil
Fevereiro de 2005

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA "ELISEU MACIEL"

INFLUÊNCIA DA PRÉ-HIDRATAÇÃO EM SEMENTES DE SOJA NA EFICIÊNCIA DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.

MARIA BENTA CASSETARI RODRIGUES

Tese apresentada à Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Francisco Amaral Villela, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

PELOTAS
Rio Grande do Sul-Brasil
Fevereiro de 2005

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

R696m Rodrigues, Maria Benta Cassetari
Influência da pré-Hidratação em sementes de soja na eficiência do teste de condutividade elétrica / Maria Benta Cassetari Rodrigues ; orientador Francisco Amaral Villela . – Pelotas, 2005. –-52f . Tese (Doutorado). Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas,. Pelotas, 2005.

1.*Glycine max* 2. Embebição 3. Vigor 4. Condutividade elétrica I .Villela, Francisco Amaral (orientador) II .Título.

MARIA BENTA CASSETARI RODRIGUES

ENGENHEIRA AGRÔNOMA

INFLUÊNCIA DA PRÉ-HIDRATAÇÃO EM SEMENTES DE SOJA NA EFICIÊNCIA DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.

Tese apresentada à Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Francisco Amaral Villela, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Comissão Examinadora:

Prof. Dra. Angelica Brod Rodo - UERGS

Prof. Dra. Maria Ângela André Tillmann - UFPeL

Prof. Dr. Nilson Lemos de Menezes - UFSM

Prof. Dr. Dario Munt de Moraes - UFPeL

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela - UFPeL (Presidente)

Aos meus pais, Maria Gorete e Carlos Roberto e aos meus irmãos Joana e Joaquim

Ofereço

Ao meu noivo Leandro pela compreensão, amor e companheirismo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A DEUS, presença constante, fonte de vida, guiando e iluminando meus passos.

Ao Orientador Professor Francisco Amaral Villela por sua capacitação profissional e por ser uma pessoa ponderada, prestativa, eficiente na transmissão dos conhecimentos e principalmente pelo seu carinho e amizade.

A Co-orientadora, Prof. Dra. Maria Ângela André Tillmann do Departamento de Fitotecnia da FAEM/UFPel, pelo incentivo, ensinamentos e confiança.

Aos professores do Programa de Pós - Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pelos ensinamentos adquiridos.

Ao Serviço de Negócios Tecnológicos da Embrapa, gerência de Ponta Grossa pelo fornecimento das sementes.

Aos amigos e funcionários do Laboratório Didático de Análise de Sementes: Sílvio, Maria Alice e Irene e Bandeira pela colaboração na condução das análises.

Aos bolsistas Tiago Postal e Rudineli por todo auxílio prestado.

Aos Bibliotecários, da Embrapa Clima Temperado, Regina e Willson, pela orientação nas referências bibliográficas.

Aos Grandes amigos e colegas de curso Carla, Cristina, Sabrina, Fernanda, João Batista, Denise, Hellen, Cleonice, Carol, Simone e Sofiati, pelas palavras amigas, ensinamentos e exemplos de dedicação ao seu trabalho.

A Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela oportunidade de realização do curso e ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida.

A todas as pessoas que não foram mencionadas mas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

RESUMO..... vii

SUMMARY..... viii

1. INTRODUÇÃO...... 01

2. MATERIAL E MÉTODOS..... 09

2.1 Teor de água..... 09

2.2 Germinação 09

2.3 Teste de frio sem solo..... 10

2.4 Teste de envelhecimento acelerado..... 10

2.5 Emergência de plântulas em campo..... 10

2.6 Teste de condutividade elétrica..... 10

2.7 Tratamentos de pré-hidratação das sementes..... 11

a) Pré-hidratação em substrato umedecido..... 11

b) Pré-hidratação em atmosfera saturada..... 11

c) Sem tratamento pré-hidratação..... 12

2.8 Teor de água das sementes antes da imersão na solução de embebição..... 12

2.9 Teor de água das sementes após a imersão na solução de embebição..... 12

2.10 Procedimento estatístico..... 12

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 14
3.1 Época 1..... 14
3.2 Época 2..... 30
4. CONCLUSÕES..... 41
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 42

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES

Título: Influência da pré-hidratação em sementes de soja na eficiência do teste de condutividade elétrica.

Autora: Maria Benta Cassetari Rodrigues
Orientador: Dr. Francisco Amaral Villela

Resumo - O presente trabalho objetivou avaliar a influência da pré-hidratação na eficiência do teste de condutividade elétrica para avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. Sementes de seis lotes da cultivar BRS- 231, de tamanho uniforme por sua retenção na peneira 6,5mm, foram submetidas aos tratamentos de pré-hidratação em atmosfera saturada e em substrato umedecido, por 3, 6, 9 e 12 horas, antes da imersão em água e posterior leitura da condutividade elétrica às 18 e 24 horas. As sementes foram armazenadas em condições não controladas de ambiente no LDAS por 180 dias, com avaliação da qualidade em duas épocas, aos zero e 180 dias. A qualidade dos lotes foi avaliada pela determinação do teor de água e pelos testes de germinação, de frio sem solo, de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica sem pré-hidratação após 18 e 24 horas e emergência das plântulas em campo. Os métodos de pré-hidratação em atmosfera saturada e substrato umedecido são capazes de melhorar a eficiência do teste de condutividade elétrica, quando comparados com a imersão das sementes diretamente em água.Tempos de pré-hidratação, a partir das seis horas até 12 horas podem ser utilizados para identificação de diferenças menos acentuadas na qualidade fisiológica, de sementes de soja para leituras de condutividade elétrica após 18 e 24 horas de embebição.

Palavras-chave: *Glycine max,* embebição, vigor

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES

Title: Influence of the pré-hydration in soybean seeds in the efficiency of the electrical conductivity test.

Author: Maria Benta Cassetari Rodrigues
Adviser: Dr. Francisco Amaral Villela

Summary - The present work purpose to evaluate the influence of the pré-hydration in the efficiency of the electrical conductivity test in the evaluation of the physiological seeds potential of soybean seeds. Seeds of six lots of cv. BRS - 231, the uniform size retained in the sieve 6,5mm were submitted to the pré-hydration treatments in saturated atmosphere and in humidified substratum, for 3, 6, 9 and 12 hours, before the immersion in water and posterior reading of the electrical conductivity test the 18 and 24 hours. The seeds were stored in not controlled conditions of atmosphere by 180 days, with evaluation of the quality in two times, to the zero and 180 days. The quality of the lots was evaluated by the determination of water content and stand germination, of cold test without soil, of accelerated aging, electrical conductivity test without pré-hydration after 18 and 24 hours and seedling emergence in the field. The methods of pré-hydration saturated atmosphere and humidified substratum are able to improve the efficiency of the test of electric conductivity, when compared directly with seeds soaked in pré-hydration water. Times, starting from six hours up to twelve hours they can be used for identification of differences less accentuated in the physiological quality, of soybean seeds for readings after 18 and 24 hours of imbibition.

Key-words*: Glycine max,* imbibition, vigor.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja no Brasil tem grande importância na produção de alimentos constituindo-se, atualmente, em assunto de intensa atividade de pesquisa dirigida para obtenção de informações que possibilitem aumento na produtividade (Embrapa, 1996).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, cuja produção, a não ser por um leve decréscimo provocado pelas estiagens na Região Sul na safra 1998/1999, apresentou sucessivos incrementos nos últimos anos, passando de 23,2 milhões de toneladas em 1995/1996, para 50 milhões em 2003/2004 (CONAB, 2004).

Na semeadura de uma lavoura de soja, a utilização de sementes de qualidade é um aspecto fundamental para garantir o empreendimento agrícola, sobre qual todos os outros investimentos serão efetuados (Krzyzanowski & França Neto 1991).

A qualidade de um lote de sementes compreende uma série de atributos que determinam seu valor para semeadura, sendo de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (Halmer & Bewley, 1984). Destes pode ser destacado o potencial fisiológico, diretamente responsável pelo desempenho das sementes no armazenamento e no campo (Bewley & Black, 1994). A resistência das sementes de alta qualidade a condições adversas de campo e conseqüentemente a emergência de plântulas e produção, tem grande importância na agricultura atual, tornando as tentativas para resolução desses problemas em objetivos básicos da pesquisa sobre vigor de sementes (Wang et al., 1994). Por este motivo, o uso de testes de vigor são de grande utilidade no monitoramento da qualidade das sementes, a partir da maturidade fisiológica onde a partir deste ponto ocorre um decréscimo na qualidade (Dias & Marcos Filho, 1995; Panobianco & Vieira, 1996; Barros & Marcos Filho, 1997).

Na atualidade, uma das principais exigências para a avaliação do vigor de sementes refere-se à obtenção de resultados confiáveis em um período de tempo relativamente curto, permitindo a agilização das tomadas de decisões principalmente, no que se refere às operações de colheita, beneficiamento e comercialização. Dentro deste contexto, a qualidade fisiológica de sementes de soja é um aspecto importante

a ser considerado em um programa organizado de produção, pois o emprego de metodologia adequada, possibilita a estimativa do vigor e, conseqüentemente do desempenho em campo e o descarte de lotes deficientes, diminuindo riscos e prejuízos.

O aumento da demanda por sementes de alta qualidade tem levado as empresas do setor a procurarem aprimoramento técnico de suas atividades, visando, basicamente, ao aumento de produtividade associado a um incremento da qualidade do produto. Nesse sentido, Ferguson (1993), Marcos Filho (1994), Krzyzanoswski & Viera (1994) e Albuquerque et al. (2001) sugerem que para uma análise mais completa da qualidade de sementes, há necessidade de se complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação com testes de vigor, que possibilitem selecionar os melhores lotes para comercialização, potencial de armazenamento e que forneçam, com maior precisão, informações para semeadura para produzir plântulas normais mesmo em condições adversas.

As empresas produtoras e as instituições oficiais têm incluído testes de vigor em programas internos de controle de qualidade ou para garantia da qualidade das sementes destinadas à comercialização (Marcos Filho, 1999).

Considerando-se que os testes de vigor fornecem índices mais sensíveis do potencial fisiológico, comparativamente ao teste de germinação (AOSA, 1983), qualquer evento que preceda a perda do poder germinativo pode servir como base para o desenvolvimento de testes de vigor.

Acredita-se que, quanto mais próximo da maturidade fisiológica (ou, mais distante da perda do poder germinativo) estiver a variável avaliada, mais sensível deverá ser o teste, levando em conta que a degradação das membranas celulares constitui-se, a priori, em um dos primeiros eventos do processo de deterioração (Delouche & Baskin, 1973); assim sendo os testes que avaliam a integridade das membranas seriam, teoricamente, os mais sensíveis para estimar o vigor. Dentre os testes de vigor considerados mais importantes pela International Seed Testing Association- ISTA (Hampton & Tekrony, 1995), pode-se destacar o teste de condutividade elétrica como um dos mais indicados para estimar o vigor, devido a sua objetividade e rapidez,

além da facilidade de execução na maioria dos laboratórios de análise de sementes, sem maiores despesas em equipamentos e treinamento de pessoal (Vieira & Krzyzanowski, 1999). Este preenche ainda os requisitos básicos de um teste de vigor eficiente (Marcos Filho et al., 1990). Neste sentido, Vanzolini & Nakagawa (1998), Vieira et al. (2002) e Vieira et al. (2004) apontam que a determinação da condutividade elétrica da água de embebição tem sido proposta como um dos testes bastante sensíveis para avaliar o vigor, uma vez que no processo de deterioração um dos eventos iniciais é a perda da integridade das membranas. As sementes com baixo vigor tendem a apresentar desorganização na estrutura das membranas celulares, permitindo um aumento na lixiviação de solutos, tais como: açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, proteínas e substâncias fenólicas, e de íons inorgânicos: K^{+}, Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{++}.

A quantidade de exsudatos liberados pela semente, na água de embebição, pode ser influenciada pelo estádio de desenvolvimento no momento da colheita, pelo grau de deterioração e pela incidência de dano causado pela velocidade de embebição, qualidade da água, grau de umidade e número de sementes (Tao, 1978; Powell, 1986; Dias & Marcos Filho, 1995; Vanzolini & Nakagawa, 1998; Carvalho, 1994) além do genótipo (Vieira et al., 1996a e 1996b).

Para que ocorra lixiviação e conseqüente medição da condutividade elétrica, é necessário que ocorram alterações na integridade das membranas celulares, em função do grau de deterioração, ou seja, de alterações bioquímicas, permitindo assim, a perda de diferentes quantidades de lixiviados, em função do estado fisiológico das sementes (Vieira, 1994).

A embebição é um processo físico-químico, relacionado com as propriedades dos colóides, e ocorre tanto em sementes vivas quanto mortas (Popinigis, 1985). A duração do período de embebição das sementes tem efeito marcante na capacidade dos testes de condutividade elétrica distinguirem diferenças de qualidade entre lotes (Loeffler et al., 1988).

Sob condições ideais de suprimento de água, a absorção de água pelas sementes obedece a um padrão trifásico. Na fase I, denominada embebição, ocorre uma rápida

entrada de água, em função da grande diferença de potencial hídrico entre as sementes e o substrato, independentemente do estado fisiológico das sementes. Na fase II, a velocidade de absorção de água verifica-se mais lentamente, tendendo para o equilíbrio entre os potencias; ocorrem diversas reações metabólicas preparatórias à emergência da raiz primária. Na fase III, com o metabolismo ativado e em função da produção de substâncias osmoticamente ativas, ocorre uma redução no potencial hídrico das sementes, resultando em rápida absorção de água do meio (Bewley & Black, 1994). Por outro lado, a embebição, principalmente durante a fase I, é acompanhada pela liberação de açúcares, aminoácidos, eletrólitos, em quantidades variáveis de acordo com o estado de organização dos sistemas de membranas celulares (Popinigis, 1985). Da mesma forma, Becwar et al. (1982) e Vertucci & Leopold (1986) destacaram que a taxa de lixiviação de eletrólitos é bastante elevada no início do processo de embebição, declinando posteriormente à medida que ocorre reorganização dos sistemas de membranas. No entanto, com o decorrer deste processo, a quantidade de exsudatos liberados pelas sementes vigorosas vai se estabilizando, devido principalmente, à reorganização das membranas celulares, favorecendo a ordenação dos lotes em níveis de vigor.

Os principais componentes químicos das sementes, responsáveis pela embebição e aumento de tamanho, são as proteínas, e, em menor intensidade, a celulose e substâncias pécticas; o amido e os lipídios apresentam interferência reduzida no processo (Copeland & McDonald, 1995).

Sementes de soja, segundo Resende et al. (1996), freqüentemente são colhidas com conteúdos de água acima dos níveis compatíveis com os de manuseio ou armazenamento seguros. Após a colheita, as sementes devem ser, então submetidas ao processo artificial de secagem no momento oportuno e com temperaturas adequadas, podendo resultar em perda na qualidade fisiológica das sementes.

Sementes secas, freqüentemente, sofrem uma intensa lixiviação de solutos, segundo Rosa et al. (2000), quando submetidas à rápida embebição, devido à transição da fase gel para líquido-cristalino dos fosfolipídios da membrana, durante a hidratação. Estes autores afirmam que, se as sementes são secas acima da

temperatura de transição de fase ou são hidratadas em vapor, antes da imersão em água, elas não continuam na mesma fase e, conseqüentemente, não sofrem danos de embebição. Conforme Vieira & Krzyzanowski .(1999), com a secagem da semente, as membranas celulares sofrem um processo de desorganização estrutural, estando tanto mais desorganizadas quanto menor for o conteúdo de água na semente, perdendo assim, temporariamente, a sua integridade organizacional. Portanto, a capacidade de reorganização das membranas celulares e de reparação de certo nível de dano é maior para a semente de mais alto vigor, em comparação àquelas de menor vigor. Uma teoria largamente utilizada para explicar os danos causados às sementes por altas temperaturas, segundo Levitt (1980), é a desnaturação de enzimas. No entanto, Daniell et al. (1969) associaram ás desorganizações do tonoplasto, plasmalema e membrana do cloroplasto na célula morta por altas temperaturas e concluíram que a desintegração das membranas celulares é a causa primária de danos térmicos. Nesse sentido, quando sementes secas sofrem rápida hidratação, ocorre um curto período até que as membranas sofram uma reorganização na sua estrutura, o que permite a perda de lixiviados (Bewley & Black, 1994). Para Leopold (1980), o aumento da lixiviação de sementes de soja injuriadas por baixa temperatura é conseqüência de falhas na reorganização das estruturas membranais, durante a fase inicial de reidratação.

No teste de condutividade elétrica, a duração do período de embebição das sementes também tem grande efeito sobre a capacidade do teste de distinguir diferenças de qualidade entre lotes (Dias & Marcos-Filho, 1995). O período de embebição recomendado é de 24 horas (Marcos Filho et al., 1987; Hampton & Tekrony, 1995). No entanto, em trabalhos realizados por diversos autores constatou-se a redução do tempo de hidratação para o teste de condutividade elétrica, conseguida para diversas espécies como soja (Marcos Filho et al., 1990; Dias & Marcos Filho, 1996), girassol (Brandão Jr. et al., 1997), amendoim (Vanzolini & Nakagawa, 1999b), feijão-de-vagem e quiabo (Dias et al., 1998) e tomate (Rodo et al., 1998; Sá, 1999), uma vez que a possibilidade da redução deste período é vantajosa para a indústria de sementes. Testes que avaliem rapidamente a qualidade

fisiológica das sementes e, conseqüentemente reduzam o período de tomada de decisão da indústria de sementes assumem elevada importância (Marcos Filho et al., 1990).

O valor da condutividade elétrica, medida em função da quantidade de lixiviados na solução da embebição das sementes, está por sua vez, diretamente relacionado à integridade das membranas celulares, tendo assim sido proposto como um parâmetro de avaliação do vigor de sementes (Vieira, 1994).

Sementes com baixo teor de água quando colocadas em um substrato úmido ou em água para a embebição, apresentam inicialmente uma rápida e intensa perda de lixiviados, decrescendo à medida que os tecidos são reidratados, até atingir um ponto de equilíbrio. Esse comportamento do processo de lixiviação de eletrólitos tem sido explicado com base em duas teorias. A primeira sugere que a lixiviação é conseqüência da ocorrência da ruptura física e morte de células da camada cotiledonar superficial por ocasião do início do processo de embebição. A segunda teoria basea-se na reorganização do sistema de membranas celulares de sementes com baixo teor de água durante o processo de embebição (Loeffler, 1981 e Vanzolini & Nakagawa, 1999a).

A variabilidade na permeabilidade do tegumento pode ser atribuída a diferenças observadas entre cultivares no controle de troca de água nas sementes, bem como na velocidade de embebição das sementes como conseqüência de variação na forma, no tamanho e na funcionalidade dos poros e da quantidade de material ceroso na epiderme do tegumento (Panobianco et al., 1978 e 1999). O tegumento das sementes exerce papel importante na embebição, quando esta é impedida, em virtude da impermeabilidade deste, conforme Bradford, (1995), a germinação não ocorre McDonald et al. (1988) mostraram que, durante as primeiras horas de embebição, o tegumento das sementes de soja atua regulando a passagem de água, após esse período, torna-se totalmente permeável, podendo inclusive servir como reservatório de água para o uso do eixo embrionário.

Ainda neste sentido, Rocha et al. (1984), avaliando a capacidade de absorção de água por sementes de soja, verificaram que as sementes de soja, submetidas à

colheita retardada tiveram elevação na velocidade de embebição em relação às obtidas de colheita em época adequada, sugerindo que sementes deterioradas absorvem água mais rapidamente.

Em pesquisas realizadas entre laboratórios verificou-se que o teste de condutividade elétrica é um dos mais utilizados na avaliação do vigor das sementes (Tekrony, 1983 e Hampton et al., 1992 e 1994). Este teste é internacionalmente aceito e recomendado para ser usado em sementes de ervilha pela International Seed Testing Association (Matews & Powell, 1981) e para sementes de ervilha e soja pela Association of Oficial Seed Analysts (AOSA, 1983 e Hampton & Tekrony, 1995). No Brasil, é utilizado como um teste de vigor com resultados bastante promissores, principalmente em sementes de soja (Marcos Filho et al., 1982; Marcos Filho et al., 1990; Paiva-Aguerro, 1995 e Dias & Marcos Filho, 1996) e de milho (Fagioli, 1997).

Nos últimos anos, os procedimentos para a agilização do teste de condutividade elétrica, como parâmetro para avaliar o vigor de sementes, vêm sofrendo alterações, principalmente no sentido de aprimoramento do teste.

A velocidade com que a água penetra nos tecidos das sementes, segundo Powell (1986) e Calero et al. (1981), representa papel decisivo na avaliação da condutividade elétrica. Quando a semente é colocada diretamente na água, a embebição processa-se muito rapidamente podendo ocorrer danos às sementes. No entanto, Ishida et al. (1988a e 1988b) e Armstrong & Mc Donald (1992), apontam que os efeitos prejudiciais da rápida embebição podem ser decorrentes de fatores como a redução da integridade de membranas celulares, pelo vazamento de solutos.

Sementes com baixo teor de água, submetidas à rápida hidratação podem sofrer danos por embebição. Assim sendo, amostras de sementes em diferentes estádios do processo de deterioração poderão apresentar danos de diferentes intensidades causados pela rápida hidratação que afeta a taxa de lixiviação de eletrólitos e conseqüentemente, influencia a eficiência do teste de condutividade em evidenciar diferenças de potencial fisiológico entre lotes.

Assim sendo, a intensificação dos estudos sobre a pré-hidratação controlada das sementes antes da condução do teste possibilita visualizar uma alternativa capaz de

aumentar a eficiência do teste de condutividade elétrica na separação de lotes em níveis de vigor, considerando que é um teste relativamente simples, não exige equipamentos sofisticados e não apresenta dificuldades consideráveis para sua padronização. Baseando-se nessa premissa, o presente trabalho teve como objetivos, determinar a influência dos métodos de pré-hidratação em atmosfera saturada e em substrato umedecido na eficiência do teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de soja, assim como avaliar o progresso da absorção de água nos diferentes tempos de pré-hidratação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) e no campo didático do Departamento de Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL) no período de abril de 2003 a março de 2004.

Foram utilizados seis lotes de sementes de soja (L1, L2, L3, L4, L5 e L6), de tamanhos uniformes obtidas daquelas retidas na peneira 6,5mm, da cultivar BRS 231 produzidas na safra 2002/2003 fornecidos pelo Serviço de Negócios Tecnológicos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, gerência de Ponta Grossa, PR.

Inicialmente, as sementes com teores de água na faixa de 11,2% foram caracterizadas quanto à qualidade ao chegarem no laboratório. Posteriormente, as sementes permaneceram armazenadas em sacos de papel Kraft, por um período de 180 dias em condições não controladas de ambiente do LDAS (Temperatura de 15 a 26°C e UR de 70 a 90%) de abril a outubro de 2003.

Para a caracterização e a avaliação qualitativa dos lotes, as sementes foram submetidas às seguintes determinações.

2.1 Teor de água - Foi determinado em quatro subamostras pelo método de estufa a 105°C $\pm$ 3°C, por 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada lote.

2.2 Germinação - Foi realizada com 200 sementes (quatro subamostras de 50) em quatro repetições totalizando 800 sementes para cada lote. As sementes distribuídas em papel toalha tipo germitest, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, foram colocadas para germinar a temperatura de 25°C, com avaliação no quinto e no oitavo dia após a semeadura. As avaliações seguiram as RAS (Brasil, 1992) e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais para cada lote.

2.3 Teste de frio sem solo - Foram semeadas quatro subamostras de 50 sementes, em quatro repetições uniformemente distribuídas em papel toalha umedecido com três vezes o peso do substrato. Em seguida, foram confeccionados rolos de forma semelhante ao teste de germinação que após a semeadura, foram colocados em sacos plásticos e permaneceram em câmara regulada à temperatura constante de 10°C, durante sete dias. Após este período, os rolos foram transferidos para um germinador regulado a temperatura constante 25°C e as avaliações realizadas no quinto e oitavo dia.

2.4 Teste de envelhecimento acelerado - Utilizaram-se, quatro subamostras de 50 sementes, com quatro repetições totalizando 800 sementes. As sementes foram colocadas sobre telas de alumínio fixadas no interior de cada gerbox, distribuídas de maneira a cobrir a superfície da tela. Adicionou-se 40 ml de água e a seguir as caixas foram tampadas e mantidas à temperatura de 42°C, por um período de 48 horas (AOSA, 1983). Após este período, as sementes foram colocadas para germinar a 25°C com avaliação no quinto e no oitavo dia após a semeadura.

2.5 Emergência de plântulas em campo - Foram utilizadas, quatro subamostras de 100 sementes por lote semeadas em sulcos de quatro metros de comprimento e 0,05 metros de profundidade. A seguir, foram cobertas com uma fina camada de terra e a contagem das plântulas emergidas foi feita em uma única vez aos 15 dias após a semeadura.

2.6 Teste de condutividade elétrica - Foi realizado com oito subamostras de 50 sementes da fração semente pura. As amostras foram pesadas em uma balança com precisão de duas casas decimais. A seguir, as sementes foram colocadas para embeber em um copo plástico, contendo 75 ml de água deionizada. Após, foram agitadas levemente para que todas fossem completamente submersas e então mantidas em uma sala à temperatura constante de 25°C, até completar 18 e 24 horas. Após cada período foi feita a leitura da condutividade elétrica da água de

embebição em condutivímetro modelo Digimed MD-31 e os resultados foram expressos em µmhos cm^{-1} g^{-1} de semente.

2.7 Tratamentos de pré-hidratação das sementes

As sementes foram submetidas aos tratamentos de pré-hidratação em duas épocas, ao zero - Época1 (abril/2003) e 180 dias - Época2 (outubro/2003).

Antes da condução do teste de condutividade elétrica, as sementes foram submetidas à hidratação controlada pelos métodos substrato umedecido e atmosfera saturada por tempos de pré-hidratação de 3, 6, 9 e 12 horas**,** estabelecidos em ensaios preliminares.

a) Pré-hidratação em substrato umedecido - As sementes foram mantidas entre duas camadas de seis folhas de papel germitest umedecido com 2,5 vezes o seu peso seco, sobre telas de alumínio, fixadas no interior das caixas tipo gerbox, funcionado como câmaras individuais, onde se adicionou 40 ml de água destilada, conforme descrito por Rosseto et al. (1997) e Villela et al. (2003). As caixas tampadas foram mantidas por 3, 6, 9 e 12 horas, a temperatura de 25°C. Ao completar cada tempo de pré-hidratação, as amostras de sementes foram retiradas, pesadas e, em seguida, colocadas em copos plásticos contendo 75 ml de água deionizada, por tempos (15; 12; 9 e 6) e (21; 18; 15 e 12) até completar 18 e 24 horas de embebição respectivamente. Após, realizou-se a leitura de condutividade elétrica da solução de hidratação das sementes.

b) Pré-hidratação em atmosfera saturada - As sementes foram mantidas por 3, 6, 9 e 12 horas sobre tela metálica, em caixas gerbox contendo 40 ml de água e mantidas a temperatura de 25°C. Ao completar cada tempo de pré-hidratação, as amostras de sementes foram retiradas, pesadas e, em seguida, colocadas em copos plásticos contendo 75 ml de água deionizada, por tempos (15; 12; 9 e 6) e (21; 18; 15 e 12) até completar 18 e 24 horas de embebição respectivamente para realizar a leitura da condutividade elétrica.

c) Sem tratamento de pré-hidratação - As sementes foram pesadas e em seguida imersas nos copos plásticos contendo 75 ml de água, até completar 18 e 24 horas de embebição para a realização das leituras de condutividade elétrica.

2.8 Teor de água das sementes antes da imersão na solução de embebição - Para obtenção do ganho de água das sementes nos dois métodos de pré-hidratação, atmosfera saturada e substrato umedecido, ao completar cada tempo de pré-hidratação (3, 6, 9 e 12 horas), foram retiradas amostras dos gerbox, para a determinação do teor de água das sementes, pelo método da estufa a 105 $\pm$ 3 °C, por 24 h (Brasil, 1992).

2.9 Teor de água das sementes após a imersão na solução de embebição - As sementes previamente pré-hidratadas nos tempos de 3, 6, 9 e 12 horas, que foram imersas em água para os dois métodos de pré-hidratação, atmosfera saturada e substrato umedecido, por 18 e 24 horas. Após, as sementes foram retiradas da solução de hidratação e o excesso de água das sementes removido com papel toalha, antes da determinação do teor de água pelo método da estufa a 105 $\pm$ 3 °C, por 24 horas (Brasil, 1992).

2.10 Procedimento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados dos seis lotes obtidos nos testes de germinação, envelhecimento acelerado, frio sem solo, emergência das plântulas em campo e condutividade com 18 e 24 horas de hidratação foram submetidos à análise de variância e as médias de cada lote foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Antes das análises, os dados de germinação, envelhecimento acelerado, frio sem solo e emergência das plântulas em campo foram submetidas à transformação arco seno. Os dados de condutividade elétrica, após 18 e 24horas de hidratação não foram submetidos à transformação arco seno. Os dados de

condutividade elétrica após os tratamentos de pré-hidratação foram submetidos à análise de variância em experimento fatorial seis (lotes) x dois (métodos de pré-hidratação) x quatro (tempos de pré-hidratação), realizando-se a comparação de médias de lote, pelo teste de Tukey e análise de regressão polinomial, para tempos de pré-hidratação. Os teores de água obtidos após os tempos de pré-hidratação, antes e após a imersão na solução de embebição, foram apresentados através de regressão polinomial. Para a execução das análises estatísticas foi utilizado o "Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores - SANEST" (Zonta & Machado, 1984).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Época 1

Na Tabela 1 é apresentada a caracterização da qualidade dos lotes através da comparação das médias obtidas a partir dos resultados dos testes de determinação do teor de água, de germinação, envelhecimento acelerado, frio sem solo, emergência das plântulas em campo e condutividade elétrica, após 18 e 24 horas de embebição. Apesar dos dados obtidos nestes testes terem sido transformado para realização das análises estatísticas, foram apresentados as médias originais, com a finalidade de melhor visualização e facilidade de interpretação. Os dados referentes à determinação do teor de água das sementes não foram submetidos à análise estatística, sendo de maneira geral semelhantes para todos os lotes (Tabela 1). Nesse sentido, as diferenças verificadas entre os seis lotes de sementes de soja da cultivar BRS 231, nos testes de germinação e envelhecimento acelerado não permitiram uma separação entre os lotes, embora tenha ocorrido um agrupamento dos lotes L3, L4 e L6, num mesmo nível inferior de qualidade fisiológica. Os resultados do teste de germinação confirmam os resultados obtidos por Delouche (1970) ao enfatizar a limitação do teste de germinação na detecção de diferenças não acentuadas na qualidade fisiológica de sementes.

Os resultados referentes à emergência das plântulas em campo revelaram a mesma propensão que o teste de condutividade elétrica após e 24 horas (Tabela1), ao caracterizar o lote L5 como de qualidade superior, o lote L6 como de qualidade inferior e agrupou os lotes L1, L2, L3 e L4, de qualidade intermediária. Os resultados obtidos concordam com Miguel & Cícero (1999), que em estudo realizado com sementes de soja observaram uma correlação positiva entre os resultados dos testes de emergência das plântulas em campo e condutividade elétrica com 24 horas. Analisando comparativamente esses testes no presente trabalho é possível afirmar que os dois métodos de avaliação apresentaram comportamentos similares, na identificação dos lotes de qualidade fisiológica superior e inferior.

TABELA 1. Caracterização inicial da qualidade de seis lotes de sementes de soja da cultivar BRS 231, quanto ao teor de água (TA), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio sem solo (TF), emergência das plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica após 18 e 24 horas de embebicão (CE 18 e 24 h).

LOTES	TA (%)	GE (%)	EA (%)	TF (%)	EC (%)	CE (18h) (µmhos cm-^{1} g^{-1})	CE (24h) (µmhos cm-^{1} g^{-1})
L1	11,1	92 ab	83 ab	82 b	85 b	76,66 b	82,31 b
L2	11,2	92 ab	85 a	86 ab	88 ab	73,28 ab	78,54 ab
L3	11,4	90 b	81 b	83 b	88 ab	77,19 b	83, 22 b
L4	11,2	90 b	80 b	83 b	85 b	75,74 b	81,24 b
L5	11,3	94 a	83 ab	88 a	90 a	70,62 a	76,49 a
L6	11,3	90 b	80 b	81 b	80 c	79,37 b	84,32 bc
CV (%)		6,13	7,12	8,05	6,09	6,45	7,02

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

No entanto, o ranqueamento dos lotes de qualidade intermediária sofreu variações dependendo do teste utilizado.

Comparando-se as observações efetuadas na Tabela 1, pode-se notar, portanto, que os testes de germinação e envelhecimento acelerado foram menos sensíveis para detectar diferenças entre os seis lotes estudados.

Em complementação à busca de informações relativas ao dano causado pela rápida embebição pela semente na fase de imersão em água no teste de condutividade elétrica e a alteração da qualidade fisiológica da semente, o presente trabalho procurou nesta etapa verificar as possibilidades de diferenciação qualitativa, entre lotes, a partir da leitura da condutividade elétrica da água de hidratação com 18 e 24 horas, após a aplicação dos métodos de pré-hidratação em atmosfera saturada (AS) e em substrato umedecido (SU) por 3h, 6h, 9h e 12 horas (Tabelas 2 e 3).

A análise dos resultados obtidos nos testes de condutividade elétrica (Tabelas 2 e 3) permite verificar que, para ambos os métodos de pré-hidratação por três horas, não houve diferenciação marcante entre os lotes avaliados, permanecendo o lote L5 como o de qualidade superior, o lote L6 como de qualidade inferior e os lotes L1, L2, L3 e L4 de qualidade intermediária. Por outro lado, a partir das seis horas de pré-hidratação, para ambos os métodos avaliados com leituras realizadas com 18 e 24 horas, o teste de condutividade elétrica mostrou-se mais sensível às diferenças de qualidade fisiológica entre os lotes estudados. Conforme os dados apresentados, destacaram-se os lotes L2 e L5 com níveis superiores de vigor, os lotes L1, L3 e L4 como vigor intermediário, embora houvesse uma tendência de identificar o lote L3 como superior aos lotes L1 e L4 e o lote L6 como inferior em termos de vigor.

De uma maneira geral, pode-se verificar que houve uma tendência para ambos os métodos de pré-hidratação em separar os lotes em três níveis distintos de qualidade. O fato de a partir de seis horas de pré-hidratação ter sido mais sensível em detectar diferenças de qualidade entre os seis lotes pode ser decorrente de nas três primeiras horas, as sementes ainda se encontrarem em processo de embebição, conforme o modelo trifásico de hidratação, ou seja, este período de pré-hidratação

parece ter sido insuficiente para o reparo das membranas, havendo separação dos lotes em apenas dois níveis de vigor. Assim sendo, concordando com Dias & Marcos Filho (1996) ao afirmarem que os primeiros momentos da emebebição são muito críticos, pois ocorre uma rápida e intensa liberação de eletrólitos até atingir um ponto de equilíbrio quando as membranas celulares se reorganizam, podendo inclusive ocorrer danos às membranas, caso o processo seja muito rápido e as sementes apresentem umidade inferior a 13%.

No método da atmosfera saturada ocorreram valores mais elevados da condutividade elétrica do que no método do substrato umedecido em todos os tempos avaliados (Tabelas 2 e 3). Esses resultados podem indicar que o método do substrato umedecido tenha limitado a mudança da fase dos fosfolipídios da membrana, quando as sementes foram colocadas na água, permitindo que os lipídeos na fase gel passassem para fase líquido-cristalino durante esse método de pré-hidratação, antes da entrada da água. Dessa forma, as sementes tiveram maior oportunidade de recuperação de seus sistemas de membranas, o que resultou em menores incrementos de condutividade elétrica, indicando que o estado de equilíbrio foi atingido mais rapidamente Simon & Mathavan (1986), sugeriram que as membranas são reparadas durante a embebição e recuperam sua característica semipermeável; membranas danificadas, no entanto, continuam a lixiviar solutos.Vale destacar que na pré-hidratação em atmosfera saturada por 9h e em substrato umedecido por 3h, os valores de condutividade elétrica com 18 e 24 horas foram similares, para cada lote (Tabelas 2 e 3).

TABELA 2. Dados médios de condutividade elétrica (µmhos cm^{-1} g^{-1}) de semente após os tratamentos de pré-hidratação em atmosfera saturada e substrato umedecido até completar 18 horas de embebição.

LOTES	Atmosfera saturada (AS)				Substrato umedecido (SU)			
	3h	6h	9h	12h	3h	6h	9h	12h
	(µmhos cm^{-1} g^{-1})							
L1	48,51 b	41,54 b	39,49 b	35,56 b	39,34 b	33,35 b	30,19 b	28,99 b
L2	45,17 ab	37,01 a	35,12 a	31,78 a	36,11 ab	29,47 a	25,48 a	23,49 a
L3	49,59 b	39,56 ab	38,19 b	33,26 ab	38,72 b	33,79 b	30,20 b	25,20 ab
L4	47,13 b	42,52 b	39,88 b	36,14 b	39,81 b	34,66 b	29,90 b	28,04 b
L5	42,20 a	37,25 a	34,93 a	31,34 a	33,41 a	28,71 a	24,03 a	22,50 a
L6	51,02 bc	46,72 c	43,56 c	40,23 c	41,59 bc	37,75 c	34,97 c	31,01 c
CV (%)	8,14	7,45	7,22	7,08	8,66	6,89	7,55	6,77

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

TABELA 3. Dados médios de condutividade elétrica (µmhos cm-^{1} g^{-1}) de semente após os tratamentos de pré-hidratação em atmosfera saturada e substrato umedecido até completar 24 horas de embebição.

LOTES	Atmosfera saturada (AS)				Substrato umedecido (SU)			
	3h	6h	9h	12h	3h	6h	9h	12h
	----------(µmhos cm^{-1} g^{-1})----------							
L1	59,22 b	50,16 b	47,32 b	43,23 b	47,72 b	41,56 b	36,75 b	33,19 b
L2	53,18 ab	45,22 a	41,38 a	37,30 a	40,88 a	34,10 a	32,27 a	26,83 a
L3	54,32 ab	50,23 b	44,04 ab	40,56 ab	43,29 ab	37,26 ab	34,15 ab	29,76 ab
L4	58,82 b	51,14 b	46,83 b	43,55 b	46,12 b	40,33 b	37,43 b	32,29 b
L5	50,88 a	44,77 a	42,27 a	38,43 a	42,00 ab	35,21 a	31,17 a	27,39 a
L6	61,71 bc	54,50 c	51,49 c	48,88 c	49,18 bc	44,68 c	40,97 c	36,77 c
CV (%)	8,65	7,65	8,32	8,05	7,55	8,12	7,88	7,22

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

Nas Figuras 1 e 2, pode observar-se os diferentes valores de condutividade elétrica conforme os tempos de pré-hidratação nos métodos de atmosfera saturada e substrato umedecido. Nos períodos em que se realizaram as leituras de condutividade elétrica da solução de embebição com 18 e 24 horas, observou-se que no período de 24 horas houve maior lixiviação de eletrólitos no decorrer dos tempos de pré-hidratação. Esses resultados mostraram que quanto maior o tempo de imersão, maior a quantidade de exsudatos na água de hidratação e maiores os valores de condutividade elétrica.

Verificou-se também, que os menores valores de condutividade elétrica das soluções foram obtidos com o aumento do tempo da pré-hidratação das sementes, seguido pela imersão de água. Esses resultados foram inferiores aos obtidos nas sementes submetidas à imersão sem pré-hidratação.

Constata-se nos dois métodos de pré-hidratação e para os seis lotes a mesma tendência de comportamento da condutividade elétrica, conforme o aumento do tempo de pré-hidratação, representado por equações de segundo grau. Observa-se uma queda acentuada nos valores de condutividade principalmente no intervalo de zero a três horas de pré-hidratação. A hipótese para explicar a maior lixiviação nas sementes com menor teor de água inicial é a possível ocorrência de dano por embebição. O mecanismo de dano por embebição tem sido considerado como um dano físico às sementes, ou seja, como um bloqueio ao sistema metabólico e, ainda como uma combinação de dano metabólico e físico, possivelmente em nível molecular (Pollock, 1969). Assim, Vertucci & Leopold (1986) afirmaram que os danos por embebição em soja são mais intensos em sementes com baixos teores de água. Em condições de excesso de água, a semente poderá absorver água muito rapidamente, ocasionando rupturas em seus tecidos (Hobbs & Obendorf, 1972).

A redução do potencial hídrico, imposta pela pré-hidratação, diminui a velocidade de absorção de água pelas sementes e permite a ocorrência da restauração das membranas celulares que regulam a entrada de água e o conseqüente vazamento de solutos.

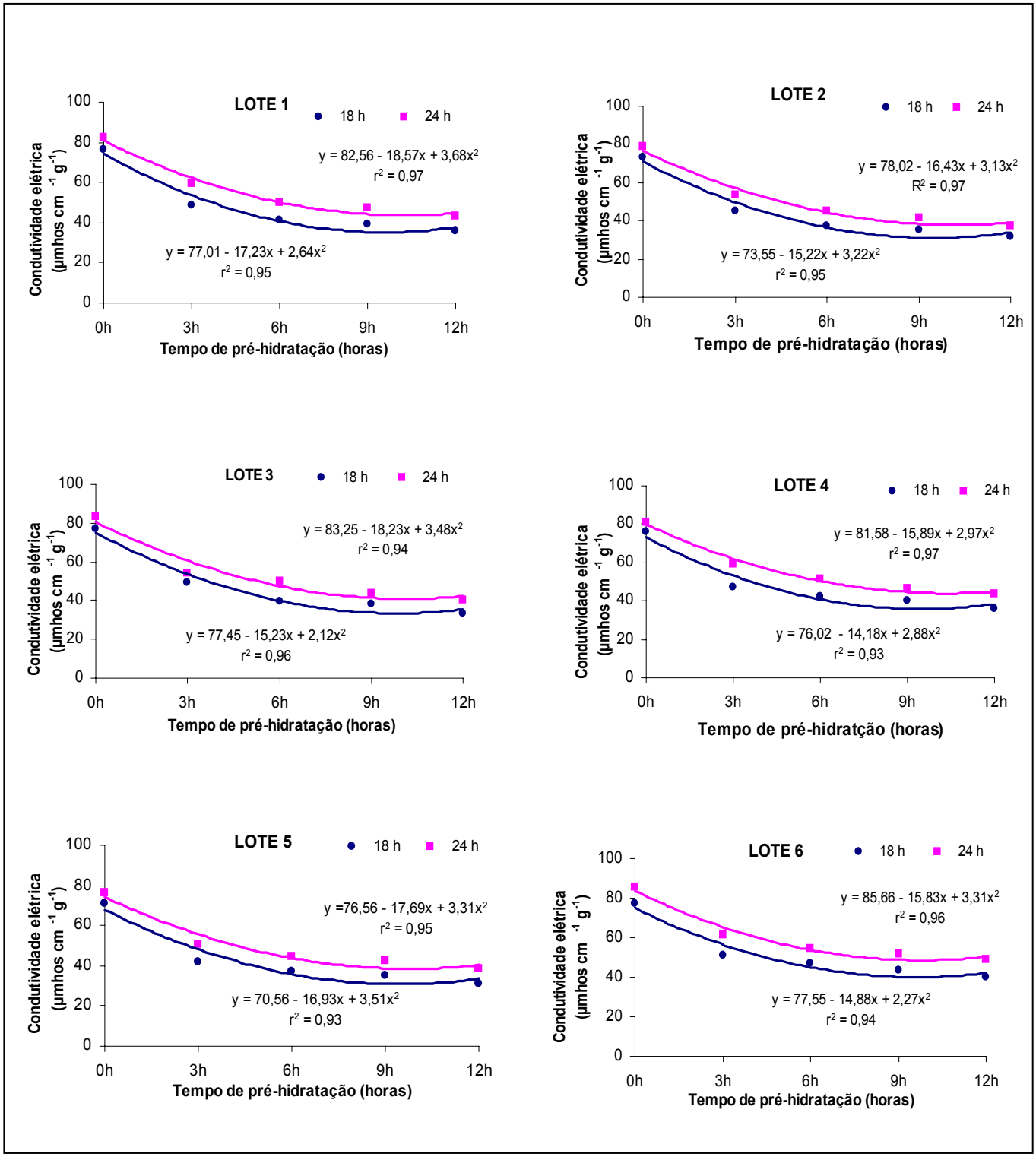

FIGURA 1. Comportamento da condutividade elétrica (µmhos cm-^{1} g-^{1}) de semente da água de embebição de seis lotes de soja da cultivar BRS 231, após 18 e 24 horas em função do tempo de pré-hidratação em atmosfera saturada (AS).

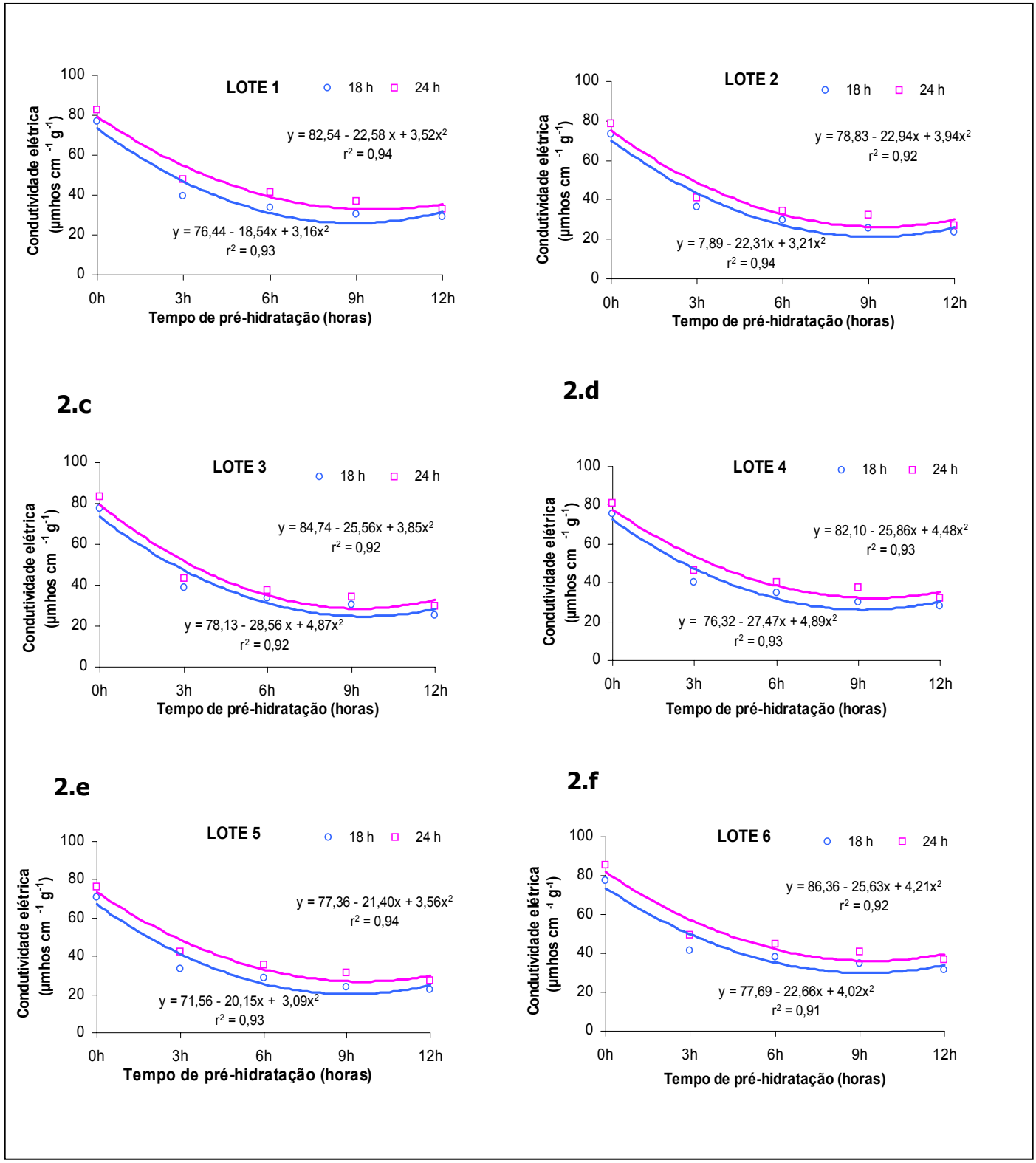

FIGURA 2. Comportamento da condutividade elétrica (µmhos cm-^{1} g-^{1}) de semente da água de embebição de seis lotes de soja da cultivar BRS 231, após 18 e 24 horas em função do tempo de pré-hidratação em substrato umedecido (SU).

Esses resultados vão ao encontro dos obtidos por Simon & Raja Harum (1972) ao observarem que a absorção de água pelas sementes com umidade inicial em torno de 10 e 11% tem uma velocidade favorecida pelos altos gradientes de potencial hídrico entre seu interior entre seu interior e a água circundante, não permitindo em tempo hábil que os sistemas de membranas recuperem sua característica semipermeável. Armstrong & Mc Donald (1992) também observaram um menor vazamento de eletrólitos de sementes de soja, condicionadas osmoticamente em relação às sementes diretamente imersas em água. Porém, com o período de 24 horas, considerado padrão para o teste de condutividade elétrica, houve novamente a concentração das médias dos lotes de qualidade intermediária.

Da mesma forma que a partir das seis horas de pré-hidratação manteve-se a mesmo comportamento para as leituras de condutividade (Tabelas 2 e 3), pesquisas realizadas por Marcos Filho et al. (1990) e Dias & Marcos Filho (1995) apontaram distinção entre lotes de sementes de soja, quando a diferença de vigor era grande, com o uso de quatro ou oito horas de hidratação, porém, quando a diferença entre lotes era pequena, o período de hidratação por 16 e 20 horas mostrou-se mais sensível às variações do vigor das sementes de soja. Todavia, para girassol, Brandão Jr. et al. (1997) conseguiram detectar as diferenças de qualidade existentes entre lotes com 18 horas de hidratação. Ainda nesse contexto, Vanzolini & Nakagawa (1998, 1999a e 1999b), realizando trabalhos com sementes de amendoim, observaram que o tempo de embebição de 3 horas foi suficiente para distinguir a qualidade de diferentes lotes. Dias et al. (1998), conduzindo testes de condutividade elétrica com sementes de feijão-de-vagem e quiabo, verificaram para feijão-de-vagem um aumento dos valores de condutividade elétrica com o decorrer do período de hidratação. Observaram ainda que, somente nas leituras de condutividade elétrica feita a partir de 20 horas, foi possível detectar diferenças entre os lotes mais vigorosos. Para o quiabo, com quatro horas de hidratação foi possível detectar o lote de maior qualidade fisiológica. Rodo et al. (1998) obtiveram resultados viáveis para sementes de tomate com redução do tempo de hidratação de 24 para quatro horas. Trabalhando com outras cultivares de tomate, Sá (1999), verificou a possibilidade de

redução do período para seis horas. Ribeiro et al. (1997) verificaram para sementes de milho que com o período de 12 horas foi possível detectar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes. Pelos resultados obtidos pode–se sugerir a possibilidade da redução do tempo de leitura de condutividade elétrica a partir de 6h de pré-hidratação, para ambos os métodos.

Os resultados do presente trabalho mostraram a possibilidade de redução do tempo de 24 horas para 18 horas de embebição das sementes com a utilização dos métodos de pré-hidratação (Figuras 1 e 2). A análise dos dados indica que essa rapidez na obtenção dos resultados tem grande valia para a utilização destes testes em programas de controle interno de empresas de produção de sementes. Os resultados permitem, portanto, afirmar que ocorreram danos nos sistemas de membranas associados ao dano por rápida embebição de água pelas sementes, uma vez que os resultados de condutividade elétrica foram superiores quando as sementes foram diretamente imersas em água em relação às submetidas aos métodos de pré-hidratação, indicando que ocorreu dano associado ao próprio processo de imersão em água no teste de condutividade.

Os dados apresentados na Figura 3 mostram que a pré-hidratação proporcionou um aumento progressivo no teor de água nos diferentes tempos e métodos de hidratação para as sementes dos seis lotes de soja. Da mesma forma, os tratamentos de pré-hidratação empregados resultaram em sementes com diferentes graus de hidratação. As equações de terceiro grau, com coeficiente de determinação acima de 0,95 apresentaram melhor tendência para explicar os resultados de teores de água das sementes de soja.

As sementes submetidas aos tratamentos de pré-hidratação tiveram um acréscimo no teor de água bastante acentuado nas três primeiras horas, concordando com o modelo trifásico de hidratação já citado anteriormente, sendo mais evidente em substrato umedecido. A partir das seis horas, houve praticamente uma estabilização no acréscimo dos teores de água, o que provavelmente contribui para a manutenção da mesma tendência dos valores de condutividade elétrica a partir das seis horas de pré-hidratação para ambos os métodos (Figuras 1 e 2).

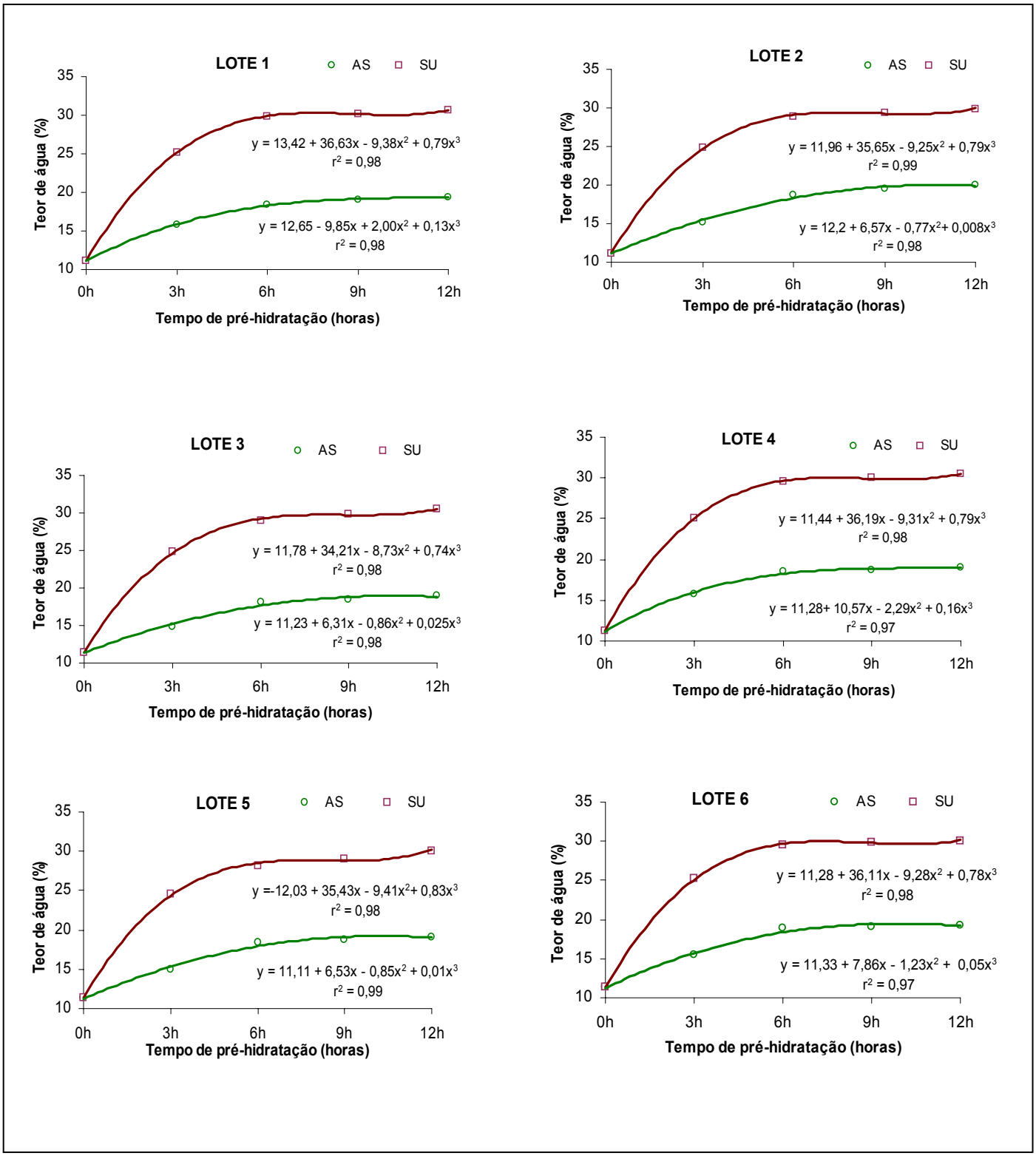

FIGURA 3. Comportamento do teor de água (%) de sementes de soja de seis lotes da cultivar BRS 231, após diferentes tempos de pré-hidratação em atmosfera saturada (AS) e substrato umedecido (SU).

No entanto, pelo método da atmosfera saturada as sementes atingiram teores de água em torno de 18%, antes da imersão em água, enquanto no método do substrato umedecido atingiram valores de teor de água de aproximadamente 32%. As sementes submetidas à pré-hidratação em substrato umedecido atingiram teores de água mais elevados, devido ao maior gradiente de potencial hídrico existente entre o interior das sementes com umidade inicial de 11,2% e água contida no papel umedecido, o que provocou maior entrada de água nas sementes comparativamente ao método da atmosfera saturada em que as sementes não foram colocadas em contato direto com o papel, o que proporcionou uma diferença de potencial hídrico menos acentuada e, conseqüentemente, uma menor absorção de água nesse método.

Com relação aos resultados referentes aos teores de água atingidos pelas sementes de soja dos seis lotes utilizados havia expectativa que as sementes do lote seis, de menor vigor, atingissem menor teor de água conforme relato de Vieira et al. (1983). Entretanto, como pode ser observado anteriormente na Figura 3, o teor de água antes da imersão assim como após diferentes tempos de pré-hidratação seguido de imersão em água até completar 18 e 24 horas (Figuras 4 e 5) apresentaram tendência similar para os métodos atmosfera saturada e substrato umedecido, estando os valores de teor de água ao redor de 56%, não diferindo de maneira geral entre lotes. De forma semelhante, essas constatações vão ao encontro às obtidas por Beckert (2001), ao realizar estudos avaliando a hidratação como parâmetro para estimar o desempenho de sementes de soja, ao constatar que lotes com vigor diferenciado apresentaram teores de água semelhante após diferentes períodos de embebição. De maneira semelhante, Bittencourt (1995), visando estabelecer critérios para o pré-condicionamento em rolo de papel para sementes de amendoim, observou que para um mesmo período de tempo, sementes com níveis de vigor diferentes, atingiram uma mesma faixa de umidade. Apesar de não haver uma explicação precisa para estes comportamentos, sabe-se que não é só o vigor, mas uma série de fatores externos e internos que influenciam no processo de absorção de água pelas sementes e que, segundo Woodstock (1988), dificilmente consegue-se isolar a

interferência individual de cada um deles, devido à possibilidade de interação de fatores.

As diferenças nos teores de água alcançados com os métodos de hidratação em atmosfera saturada e substrato umedecido foram maiores para o método do substrato umedecido e resultaram em valores de condutividade elétrica, menores para esse método (Tabelas 2 e 3).

No entanto, manteve-se a mesma similaridade na separação dos lotes com potenciais fisiológicos diferentes (Tabela 1), ou seja, ambos os métodos empregados foram capazes de diminuir o dano por rápida embebição. Pelos dados obtidos pode-se afirmar que a pré-hidratação de certa forma reduz as diferenças de potencial hídrico existente entre as sementes e a solução de hidratação, principalmente após seis horas, sendo possível então reduzir o efeito do dano por rápida embebição. Baseado nas avaliações já realizadas pode ser sugerido que sementes mantidas em câmara seca não devam ser submetidas, logo após a retirada desta, à avaliação de vigor pelo teste condutividade elétrica, pois segundo PollocK (1969), sementes com baixo teor de água, são particularmente susceptíveis a estresses durante a absorção de água.

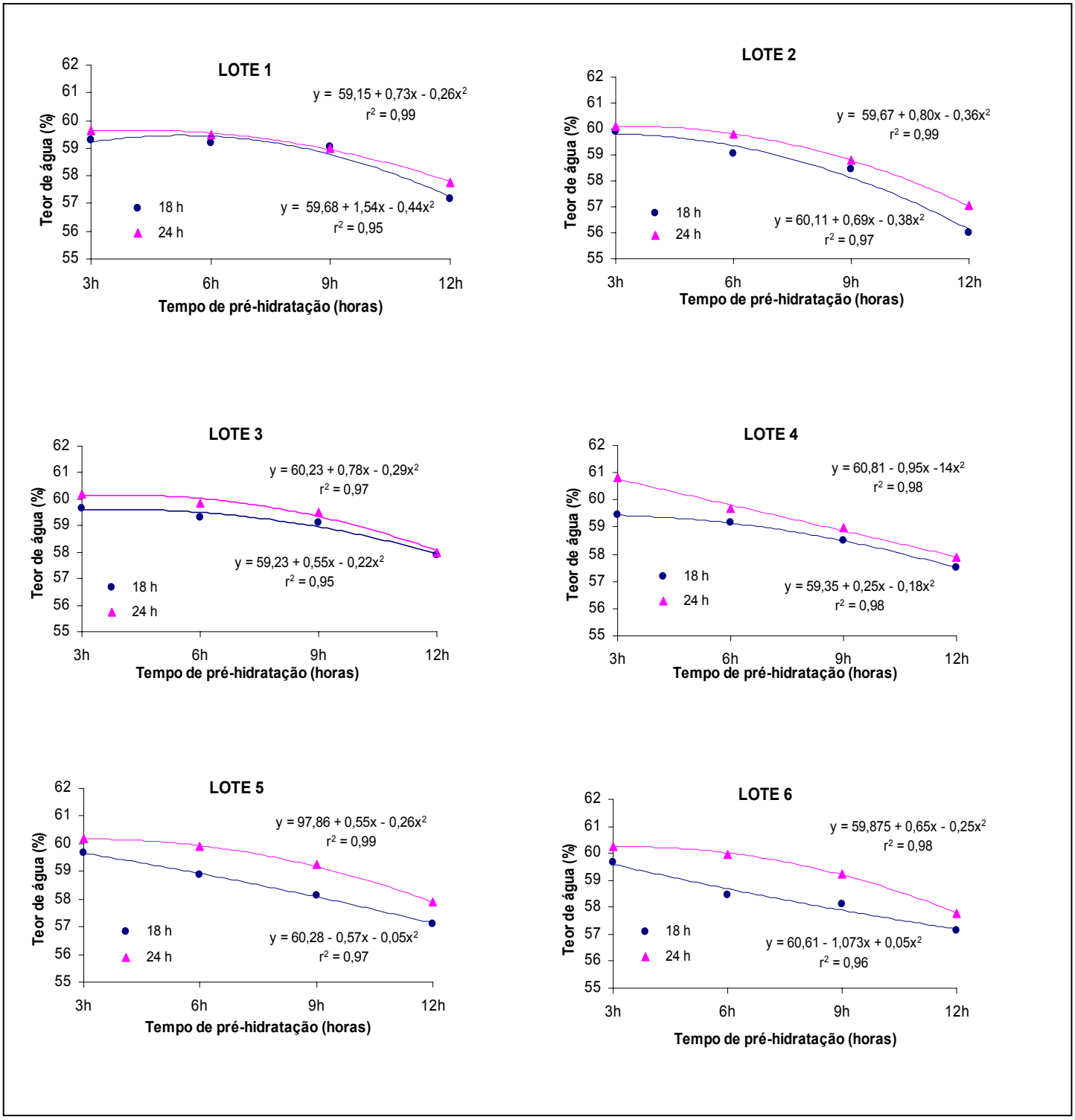

FIGURA 4. Comportamento do teor de água (%) de sementes de seis lotes de soja da cultivar BRS 231, após diferentes tempos de pré-hidratação em atmosfera saturada (AS) seguido de imersão em água até completar 18 e 24 horas de embebição.

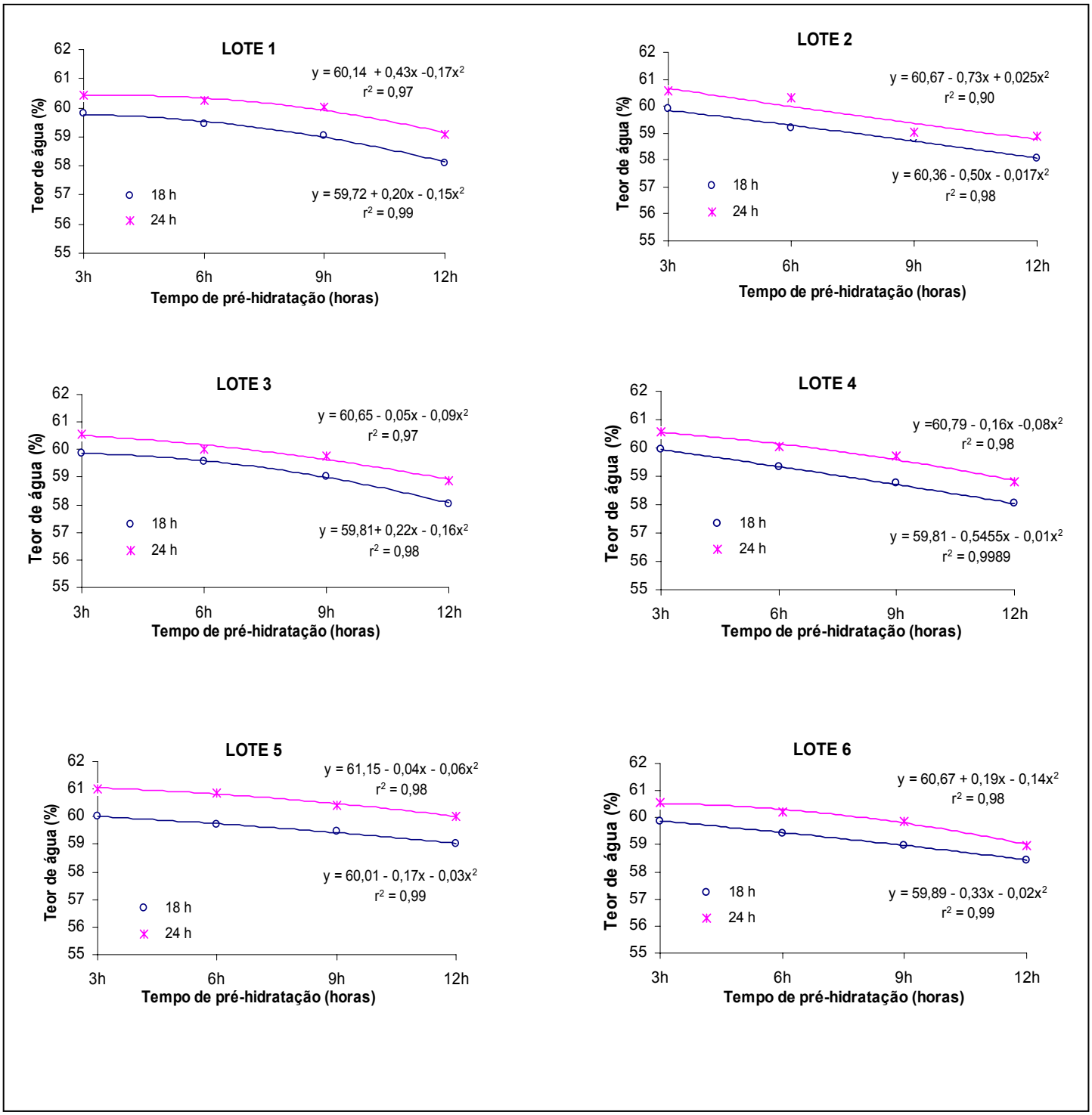

FIGURA 5. Comportamento do teor de água (%) de sementes de soja de seis lotes da cultivar BRS 231, após diferentes períodos de pré-hidratação em atmosfera substrato umedecido (SU) seguido de imersão em água até completar 18 e 24 horas de embebição.

3.2 Época 2

Após 180 dias de armazenamento das sementes de soja em condições não controladas de ambiente realizou-se novamente a caracterização da qualidade dos seis lotes das sementes. Os dados obtidos dos teores de água, germinação, envelhecimento acelerado, frio sem solo, emergência das plântulas em campo e condutividade elétrica após 18 e 24 horas de embebição (Tabela 4) esses resultados indicaram uma redução na qualidade das sementes quando comparados aos da primeira época de avaliação (Tabela 1). A percentagem de germinação média dos lotes variou de 91 % na primeira época de avaliação para 80% na segunda época avaliação. Além disso, a germinação dos lotes tendeu para valores semelhantes, permanecendo o lote L5 como de qualidade superior.

O aumento do teor de água nas sementes de 11,2% para 14,7% na segunda época pode ser atribuído, à elevada umidade relativa do ar ambiente (variação de 70 a 90%) em que as sementes permaneceram durante o período experimental de 180 dias. Esses resultados vão ao encontro dos verificados por Bicca (1999), ao avaliar a qualidade de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente nas cidades de Pelotas (RS), Passo Fundo (RS) e Dois Vizinhos (PR), ao verificar aumento no teor de água das sementes no de correr do período de armazenamento.

Os valores obtidos nos testes de envelhecimento acelerado e emergência das plântulas em campo permitiram verificar reduções nos valores para os seis lotes, permanecendo o lote L6 como de qualidade inferior o lote L5 como de qualidade superior, sendo que os lotes L1, L2, L3 e L4, de uma maneira geral, podem ser enquadrados em nível intermediário de qualidade. O teste de frio sem solo mostrou a mesma separação de lotes constatada no teste de germinação.

TABELA 4. Caracterização da qualidade de seis lotes de sementes de soja da cultivar BRS 231, após 180 dias em condições não controladas de ambiente, quanto ao teor de água (TA), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio sem solo (TF), emergência das plântulas em campo (EC) e condutividade elétrica após18 e 24 horas de emebebição (CE 18 e 24 h).

LOTES	TA (%)	GE (%)	EA (%)	TF (%)	EC (%)	CE (18h) (µmhos cm^{-1} g^{-1})	CE (24h) (µmhos cm^{-1} g^{-1})
L1	14,6	80 b	58 bc	67 b	70 b	119,14 b	139,78 bc
L2	14,7	80 b	61 b	68 b	74 ab	105,30 a	119,56 ab
L3	14,9	80 b	60 b	68 b	72 b	118,11 b	125,2 2 b
L4	14,8	79 b	60 b	68 b	71 b	119,63 b	128,45 b
L5	14,6	83 a	66 a	73 a	76 a	110,44 a	113,80 a
L6	14,6	78 b	56 c	68 b	64 c	128,22 c	145,62 c
CV (%)		5,23	6,78	5,45	7,12	8,87	8,65

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

Deve-se considerar que os testes realizados avaliam diferentes aspectos do comportamento das sementes, ou seja, sua capacidade de reação quando expostas a condições favoráveis no caso do teste de germinação, assim como em diferentes situações de estresse como ocorre nos testes de vigor, conseqüentemente, um mesmo lote pode exibir reações variáveis diante de ambiente de baixa ou alta temperatura. Por esses motivos, diversos pesquisadores, dentre os quais Marcos Filho (1994), destacou a importância da utilização conjunta dos resultados de vários testes para a avaliação do vigor em sementes de soja.

Em relação aos valores obtidos no teste de envelhecimento acelerado, as reduções verificadas na segunda época concordam com os resultados encontrados por Amaral & Baudet (1983) em sementes de soja, ao observarem que o vigor reduziu significativamente a partir do quarto mês de armazenamento em ambientes com médias de umidade relativa elevadas.

Os resultados obtidos no teste condutividade elétrica após 18 e 24 horas de hidratação permitiram verificar que para todos os lotes avaliados ocorreram uma maior lixiviação de eletrólitos nas sementes após 180 dias de armazenamento. Tal fato pode ser atribuído ao avanço do processo de deterioração durante o período experimental, o que pode ter contribuído para uma maior liberação de exsudatos pela desorganização das membranas celulares. Tal consideração vai ao encontro dos resultados obtidos por Copeland & McDonald (1995) e Smith & Barjak (1995).

No entanto, a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor apontou os lotes L2 e L5 como superiores nas leituras realizadas após 18 e 24h. Da mesma forma, o lote L6 mostrou desempenho inferior, já destacada anteriormente. Os demais lotes apresentaram-se como de vigor intermediário, embora o lote L1 com comportamento de queda no seu potencial fisiológico, verificado no teste de condutividade elétrica após 24h. Estes resultados caracterizam a redução da qualidade das sementes no decorrer do período de armazenamento, embora mantendo a tendência de separação dos lotes em níveis de vigor, verificada na primeira época.

Os dados obtidos para os vários parâmetros avaliados nas duas épocas de avaliação, foram de maneira geral bastante consistentes para todos os lotes, pois observou-se que os lotes que foram identificados em níveis de vigor mais elevados na primeira época corresponderam também aos melhores resultados na segunda época.

Assim sendo, pode-se afirmar que os lotes L2 e L5 apresentaram vigor superior aos demais lotes. O lote L6 manteve-se como de vigor inferior e os demais lotes como de vigor médio, confirmando que os testes de envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo e condutividade elétrica após 18 e 24 horas de hidratação foram eficientes na separação dos lotes de sementes de soja quanto ao potencial fisiológico inferior e superior, na segunda época de avaliação.

Examinando os resultados de condutividade elétrica com 18 e 24h de hidratação após os tratamentos de pré-hidratação (Tabelas 5 e 6), pode-se observar a manutenção do comportamento semelhante na estratificação dos lotes. De modo geral, houve concordância quanto à indicação do lote L6 como de qualidade inferior e lotes L2 e L5 como de qualidade superior, porém o agrupamento das médias dificultou a separação dos lotes. Esses resultados concordam com as afirmações de Marcos Filho et al. (1985) que à medida que prossegue o armazenamento ocorre uma tendência para redução do grau de diferenciação entre lotes. Esse fato permite explicar a necessidade de variar o período de pré-hidratação para a detecção de diferenças mais sutis entre os lotes. Dessa forma, pelo avanço do processo de deterioração houve necessidade de maior intervalo de tempo para que as membranas celulares se reorganizassem e, conseqüentemente, houvesse maior controle na lixiviação dos eletrólitos na solução de embebição.

Vale ressaltar que o emprego de 12 horas de pré-hidratação possibilitou para 18 e 24 horas de embebição a ordenação dos lotes em quatro níveis de qualidade fisiológica. A separação dos lotes nesse período permitiu constatar que os lotes L2 e L5 mantiveram a qualidade superior verificada nos diferentes períodos de pré-hidratação, assim como na primeira época, seguido pelo lote L3 o

qual manteve qualidade intermediária. Porém, houve, de um modo geral, concordância quanto à indicação da inferioridade do lote L6, o qual manteve-se na posição de desempenho inferior. Por outro lado, com a utilização de ambos métodos de pré-hidratação foi possível confirmar o lote L3 na posição intermediária quanto ao vigor. Além disso, houve queda na qualidade dos lotes L1 e L4 na segunda época, com valores situados no nível inferior. Uma separação mais eficiente entre esses dois lotes não foi possível, provavelmente, pelos lotes apresentarem reduzidas diferenças de vigor entre si. Estes resultados concordam com Carvalho & Nakagawa (2000), ao afirmarem que não se pode esperar que sementes de um lote de média ou baixa qualidade fisiológica apresentem, sob condições de armazenamento, comportamento igual ao das sementes de um lote de alta qualidade.

Na segunda época, as sementes apresentaram teor de água médio de 14,6% e os valores de condutividade elétrica ao final de 18 ou 24h foram similares entre os dois métodos de pré-hidratação para cada período e lote (Tabelas 5 e 6), diferentemente do verificado na primeira época (Tabelas 2 e 3), quando ocorria superioridade na atmosfera saturada relativamente ao substrato umedecido.

A análise global dos resultados de condutividade elétrica conforme o tempo de pré-hidratação (Figuras 6 e 7) mostrou de maneira geral que houve redução nos valores de condutividade elétrica com o aumento do tempo de pré-hidratação, nos métodos de atmosfera saturada e substrato umedecido. Essa redução foi mais acentuada, principalmente nas primeiras seis horas de pré-hidratação, fato também observado e descrito na primeira época. Comparando-se as Figuras 1 e 2 e as Figuras 6 e 7 observa-se uma similaridade no que diz respeito ao decréscimo geral dos resultados de condutividade elétrica no decorrer dos tempos de pré-hidratação. Por outro lado, nessa segunda época as reduções nos valores de condutividade elétrica não foram tão marcantes como as observadas na primeira época, o que provavelmente esteja relacionado com o avanço do processo de deterioração das sementes. Ainda com relação às figuras da primeira e segunda época de avaliação as diferenças de condutividade elétrica após diferentes tempos de pré-hidratação e as leituras realizadas após 18 e 24 horas de embebição foram menos acentuadas, para ambos os métodos de pré-hidratação, na segunda época de avaliação.

TABELA 5. Dados médios de condutividade elétrica (µmhos cm-^{1} g^{-1}) de semente após os tratamentos de pré-hidratação em atmosfera saturada e substrato umedecido até completar 18 horas de embebição.

LOTES	Atmosfera saturada (AS)				Substrato umedecido (SU)			
	3h	6h	9h	12h	3h	6h	9h	12h
	(µmhos cm^{-1} g^{-1})							
L1	99,32 bc	91,55 bc	88,56 c	85,44 c	94,78 bc	87,86 bc	85,52 c	81,47 c
L2	90,14 a	84,12 ab	78,28 a	75,18 a	87,68 a	79,45 ab	76,41 a	72,65 a
L3	94,48 b	86,22 b	81,12 b	79,48 b	91,41 b	84,62 b	80,16 b	77,51 b
L4	95,65 b	88,45 b	85,85 bc	82,65 bc	92,12 b	85,89 b	83,54 bc	79,44 bc
L5	92,22 ab	80,44 a	77,45 a	75,75 a	89,44 ab	77,14 a	75,74 a	72,22 a
L6	102,45 c	94,77 c	91,11 c	89,74 d	97,78 c	89,77 c	87,63 c	85,47 d
CV (%)	6,48	7,02	6,12	7,25	7,44	6,89	7,12	7,56

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

TABELA 6. Dados médios de condutividade elétrica (µmhos cm-^{1} g^{-1}) de semente após os tratamentos de pré-hidratação em atmosfera saturada e substrato umedecido até completar 24 horas de embebição.

LOTES	Atmosfera saturada (AS)				Substrato Umedecido (SU)			
	3h	6h	9h	12h	3h	6h	9h	12h
	(µmhos cm^{-1} g^{-1})							
L1	109,54 bc	98,22 bc	95,56 c	90,66 c	101,89 bc	92,78 bc	90,55 c	87,87 c
L2	96,23 a	87,12 a	83,47 a	80,08 a	92,22 a	84,32 a	80,45 a	78,45 a
L3	105,03 b	95,33 b	90,35 b	86,36 b	98,44 b	89,06 b	86,63 b	83,44 b
L4	106,29 b	96,78 b	93,44 bc	88,78 bc	98,56 b	88,44 b	88,88 bc	85,66 bc
L5	98,45 ab	89,15 ab	84,37 a	79,45 a	94,56 ab	86,02 ab	81,21 a	78,98 a
L6	113,22 c	101,11 c	97,78 cd	95,90 d	105,23 c	96,31 c	93,33 d	90,44 d
CV (%)	6,88	7,12	6,98	6,58	7,22	6,48	5,98	6,22

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

Esses dados mostram, portanto, que houve reduções na qualidade fisiológica das sementes dos lotes avaliados na segunda época. Tal fato denota que as diferenças obtidas podem estar relacionadas à influência do ambiente em que as sementes permaneceram durante 180 dias, o que acelerou o processo de deterioração das sementes.

Os resultados obtidos nas duas épocas de avaliação permitem afirmar que ambos métodos de pré-hidratação, atmosfera saturada e substrato umedecido ocasionaram reduções nos valores de condutividade elétrica comparativamente às sementes sem pré-hidratação.

Tempos a partir das seis horas até 12 horas de pré-hidratação podem ser utilizados para identificação de diferenças menos acentuadas no potencial fisiológico, entre lotes de sementes de soja aumentando dessa forma, a eficiência do teste de condutividade elétrica na separação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

Assim, há possibilidade de comparar o desempenho fisiológico relativo de lotes por intermédio do teste de condutividade elétrica, com a utilização da pré-hidratação, especialmente se as sementes apresentarem baixos teores de água, ocorrendo prevenção de eventuais danos por embebição, de ocorrência freqüente em sementes excessivamente secas submetidas à imersão em água.

A pré-hidratação ocasiona redução da velocidade de captação de água pelas sementes, possibilitando a reorganização das membranas celulares com um menor vazamento de exsudatos das sementes relativamente às sementes diretamente imersas em água.

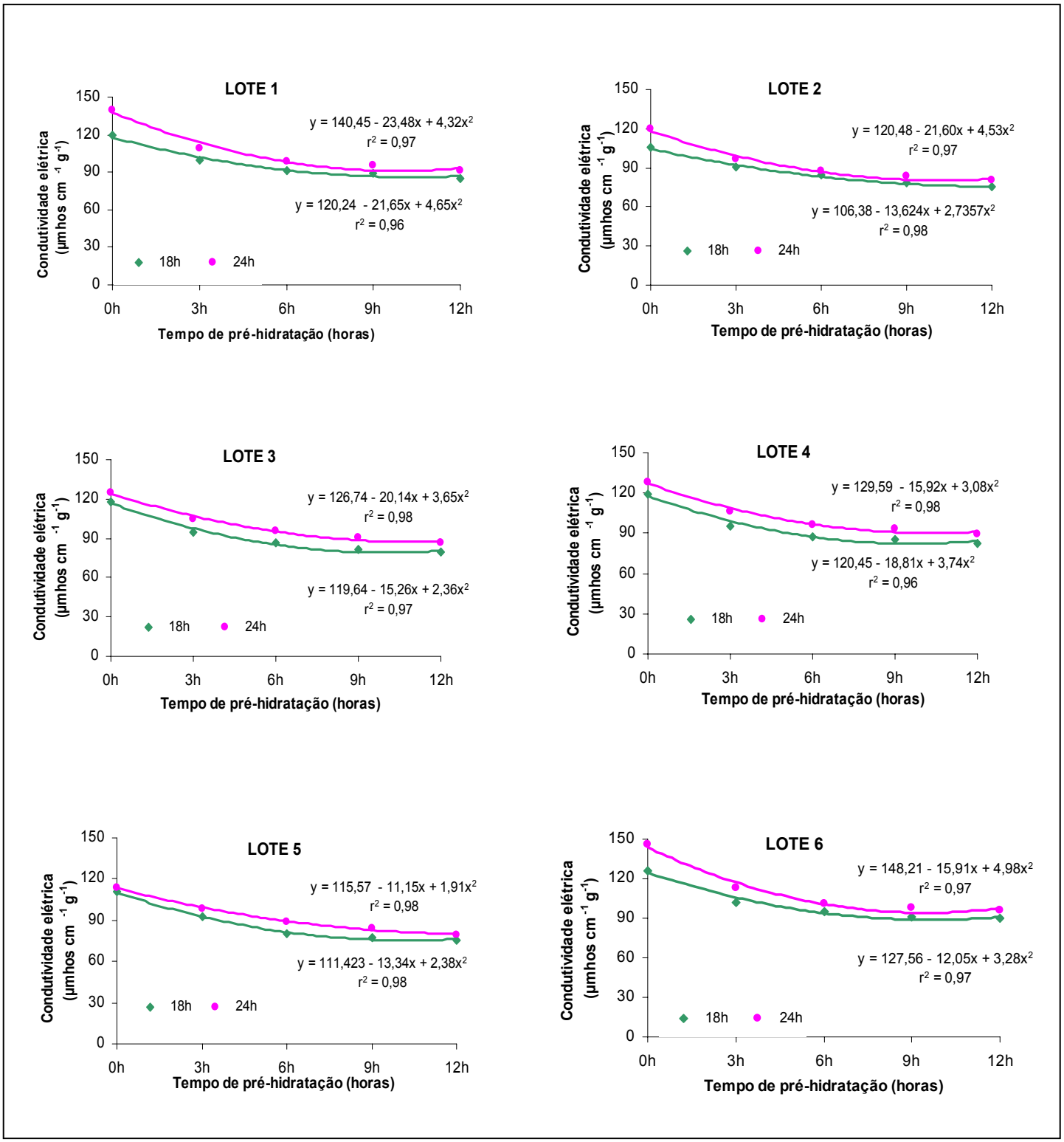

FIGURA 6. Comportamento da condutividade elétrica (µmhos cm-^{1} g-^{1}) de semente de seis lotes de sementes de soja da cultivar BRS 231, mantidas por 180 dias em condições não controladas de ambiente em função do tempo de pré-hidratação em atmosfera saturada (AS) até completar 18 e 24 horas de embebição.

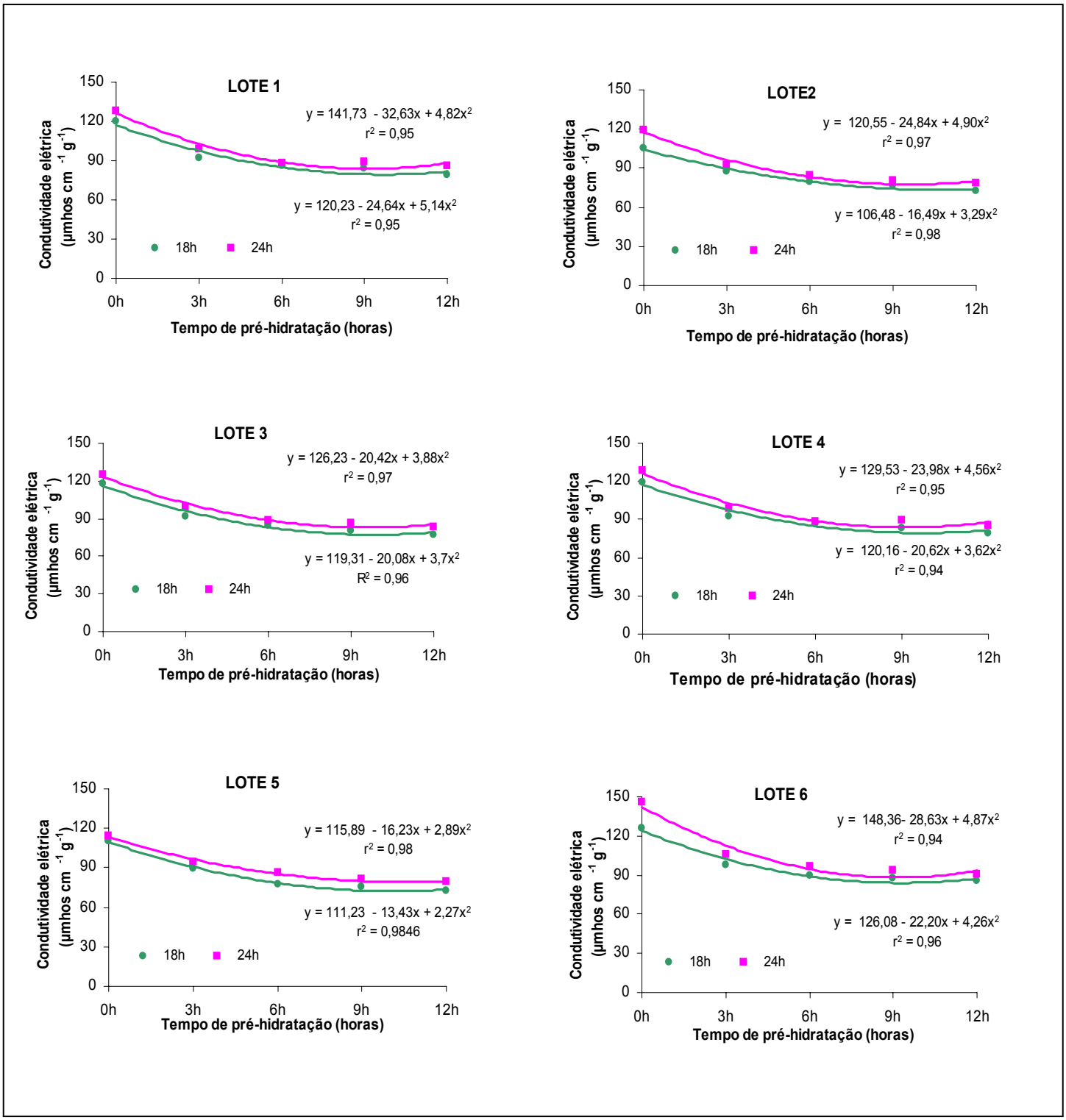

Figura 7. Comportamento da condutividade elétrica (µmhos cm-^{1} g-^{1}) de semente de seis lotes de sementes de soja da cultivar BRS 231, mantidas 180 dias em condições não controladas de ambiente em função do tempo de pré-hidratação em substrato umedecido (SU) até completar 18 e 24 horas de embebição.

Os resultados obtidos nas duas épocas de avaliação permitem afirmar que ambos métodos de pré-hidratação, atmosfera saturada e substrato umedecido ocasionaram reduções nos valores de condutividade elétrica comparativamente às sementes sem pré-hidratação.

Tempos a partir das seis horas até 12 horas de pré-hidratação podem ser utilizados para identificação de diferenças menos acentuadas no potencial fisiológico, entre lotes de sementes de soja aumentando dessa forma, a eficiência do teste de condutividade elétrica na separação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

Assim, há possibilidade de comparar o desempenho fisiológico relativo de lotes por intermédio do teste de condutividade elétrica, com a utilização da pré-hidratação, especialmente se as sementes apresentarem baixos teores de água, ocorrendo prevenção de eventuais danos por embebição, de ocorrência freqüente em sementes excessivamente secas submetidas à imersão em água.

A pré-hidratação ocasiona redução da velocidade de captação de água pelas sementes, possibilitando a reorganização das membranas celulares com um menor vazamento de exsudatos das sementes relativamente às sementes diretamente imersas em água.

4. CONCLUSÕES

Os métodos de pré-hidratação atmosfera saturada e substrato umedecido são capazes de melhorar a eficiência do teste de condutividade elétrica, quando comparados com a imersão das sementes diretamente em água.

Tempos de pré-hidratação, a partir das seis horas até 12 horas podem ser utilizados para identificação de diferenças menos acentuadas na qualidade fisiológica, de sementes de soja para leituras após 18 e 24 horas de embebição.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; MORO, F. V.; FAGIOLI, M.; RIBEIRO, M. C. Testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p. 1 - 8, 2001.

AMARAL, A. S.; BAUDET, L. M. Efeito do teor de umidade da semente, tipo de embalagem e período de armazenamento na qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v.5, n.5, p.27-35, 1983.

ARMSTRONG, H.; Mc DONALD, M. B. Effects of osmocondiong on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds**. Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, p.391-400, 1992.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA **Seed vigour testing hand book.** Lincoln**,** 1983. 88p. (Handbook on seed testing. Contribution, 32).

BARROS, A. S. R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n.2, p.289-295, 1997.

BECKERT, O. P. **O uso da hidratação como parâmetro para estimar o desempenho de sementes de soja**. São Paulo: Escola Superir de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2001. 31p. (Tese de Doutorado).

BECWAR, M. R.; STANWOOD, P. C.; ROOS, E. E. Dehydration effects on imbibitional leakage from deseccation-sensitive seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.69, p.1132-1135, 1982.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2. ed New York: Plenum Press, 1994. 443p.

BICCA, F. M. **Germinação, vigor e composição química de sementes de soja no armazenamento**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1999. 81p. (Tese de Doutorado).

BITTENCOURT, S. R. M. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim através do teste de tetrazólio**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veteriniárias, Universidade Estadual Paulista, 1995. 108p. (Dissertação Mestrado).

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, Y.; GALLI,G. (Ed.) **Seed development and germination**, New York: Marcel Dekker, 1995. cap.3. p.351-356.

BRANDÃO JUNIOR, D. S.; RIBEIRO, D. C. A.; BERNADINO FILHO, J. R.; VIEIRA, M. C. .C. C. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 17, n.1/2, p.184, 1997. Trabalho apresentado no X Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu, PR, 1997.

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

CALERO, E.; WEST, S. H.; HINSON K. Water absortion of soybean associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v.21, p.926-933, 1981.

CARVALHO, M. V. **Determinação do fator de correção para condutividade elétrica em função do teor de água de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill].** Jaboticabal: UNESP, 1994. 36p.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB-2004. http:/ www.conab.gov.Br.

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

DANIELL, J. W.; CHAPPELL, W. E.; COUCH, H. B. Effect of sub lethal and lethal temperature on plant cells. **Plant Physiology**, Rockville, v. 44, n.12, p. 1684-1689, 1969.

DELOUCHE, J. C. Precepts for seed storage. In: Short Course for Seeds Men, Mississipi, 1970. **Proceedings.** Mississsipi: Seed Technology. State University,. p. 85-119, 1970

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techiques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p. 427-452, 1973.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J Teste de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.1, p.23-36, 1995.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996.

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

EMBRAPA. Centro de pesquisa Agropecuária do Oeste. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil.** 1996. Dourados, 148p.

FAGIOLI, M. Relação entre a condutividade elétrica de sementes e a emergência para avaliação do vigor de sementes de soja (Glycine Max (L.) Merril). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, v.1, p.31-42, 1997.

FERGUSON, J. M. Perspective of seed vigor testing. **Journal of Seed Technology,** Lansing, v.17, n.2, p.110-120, 1993.

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

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

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

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, B. M. Conductivity teste. In: HAMPTON, J.G & TEKRONY, B.M (eds) **Handbook of vigour methods**. 3. ed. Zürich: ISTA,. p. 22-34, 1995.

HOBBS, P. R.; OBENDORF, R. I. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. **Crop Science,** Madison, v.13, p.664-667, 1972.

ISHIDA, N.; KANO, H.; KOBAYASHI, T.; HAMAGUCHI, H.; YOSHIDA, T. Analysis of physical states of water in soybean seeds by NMR. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v.52, p.2777-2781, 1988a.

ISHIDA, N.; KANO, H.; KOBAYASHI, T.; HAMAGUCHI, H.; YOSHIDA, T. The relationship betweem imbibitional damage and initial water content soybeans. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v.52, p.2771-2775, 1988b.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Testes de vigor em sementes In: **ENCONTRO SOBRE AVANÇOS EM TECNOLOGIA DE SEMENTES**, 1991, Pelotas. **Anais**… Pelotas: FAEM-UFPeL, 1991. p.97-103.

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

LEVITT, J. **Responses of plants to enviromental stress**. New York: Academic Press, 1980.423p.

LOEFFLER, T. M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality.** Lexington: University of Kentucky, 1981. 181p. (Dissertação de Mestrado).

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

MARCOS FILHO, J.; AMORIN, H. V.; SILVAROLLA, M. B.; PESCARIN, H. M. C. Relações entre germinação, vigor permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA**, 2. Brasília, DF. 1981. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982, v.1, p.678-688.

MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CÍCERO, S. M.; DEMÉTRIO, C. G. B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja [Glycine Max (L.) Merrill] no armazenamento e no campo. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",** v.24, p.195-249, 1985.

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

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVEMBRE, A. D. C..; CHAMMA, H. M. C. P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ed.). **Testes de vigor em sementes**, Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-150.

MARCOS FILHO, J.; Testes de vigor importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 1, p.1-21.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. Electrical conductivity teste In: PERRY, D. A (Ed.) **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1981. p.37-42.

Mc DONALD, M. B.; VERTUCCI, C. W.; ROOS, E. E. Soybean Seed imbibition: water absortion by seeds parts. **Crop Science**, Madison, v.28, p.993-997, 1988.

MIGUEL, M. L.; CÍCERO, S. M. Teste de frio na avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.35-42, 1999.

PAIVA-AGUERRO, J. A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com a emergência das plântulas de soja em campo**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1995. 92p. (Dissertação Mestrado).

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Electrical conductivity of soybean seed and relation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.3, n.1, p.10-18, 1978.

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

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

POLLOCK, B. M. Imbibition temperature sensitivity of lima bean seeds controlled by initial seed misture. **Plant Physiology**, Rockville, v.44, p.907-911, 1969.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** 2ª ed. Brasília, AGIPLAN, 1985. 289p.

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

RESENDE, J. C.F.; REIS, M.S.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C. S. Efeito da época de colheita e condições de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres,** Viçosa, v.43, n.245, p.17-27, 1996.

RIBEIRO, D. M. C.A.; CARVALHO, M. L.M.;SALGADO, K.C.C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (Zea mays) através do teste de condutividade elétrica (bulk) **Informativo Abrates**, Curitiba, v.7, n.1/2, p.187. 1997.

ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R. F.; SEDIYAMA, C. S.; THIEBAUT, J.T.L. Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de sementes,** Brasília, v.6, .n, p.51-56, 1984.

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

ROSA, S. D.V.F.; PINHO, E. V.R.V.; VIEIRA, M. G. G. C.; VIEIRA, R. D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina v.22, n.1, p.54-63, 2000.

ROSSETO, C. A. V.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NAKAGAWA, J. Comportamento da semente de soja durante a fase inicial do processo de germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, n.1/2, p.106-115, 1997.

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

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

SIMON, E. W.; MATHAVAN, S. The time-course of leakage from imbibing seeds different species. **Seed Science and Technology**, Zürich v.14, n1, p. 9-13, 1986.

SMITH, M. T.; BERJAK, P. Deterirative changes associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed)**.** **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995, cap. 26, p. 701-746.

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

TEKRONY, D. M. Seed Vigor testing- 1982**.** **Journal Seed Technology,** Springfield, v.8, n.1 p.55-60, 1983.

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

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: efeitos de temperatura e do período de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília v.21, n.1, p.41-45, 1999a.

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, 1999b.

VERTUCCI, C. W.; LEOPOLD, A. C. Physiological Activities associated eith hydration levels in seds In: LEOPOLD A. C. (ed) Membranes, metabolism and dry organims. Ithaca: **Cosmotock Publication**, 1986, p.35-49.

VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIEBAUT, J.T.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja (*Glicine Max* L. Merrill). **Revista Ceres,** Viçosa, v.30, n.172, p. 408-18. 1983.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIERA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ed.). **Testes de vigor em sementes**, Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

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

VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; LEMPS, L.B.; NASIERI-FILHO, D. Efeito de genótipos de soja sobre os resultados do teste de condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes,** Brasília**,** v.18, n.2, p.220-224, 1996b.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed)**. Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. cap.4, p.1-26.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e o teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília v.37, n.19, p.1333-1338, 2002.

VIEIRA, R. D.; SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v.61, n.2, p.164 - 168, 2004.

VILLELA, F. A.; MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. L. Estado energético da água na semente de milho no processo de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.1, p.95-100, 2003.

WANG, Y. R.; HAMPTON, J.G.; HILL, M. J. Reed clover vigour testing: effects teste variables. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, n.1, p. 99-105, 1994.

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

ZONTA, E. P.; MACHADO. A. A. **Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores- SANEST.** Instituto de Física e Matemática-IFM. Pelotas, 1984. 90p.