**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Hidrocondicionamento de sementes de soja e momentos de aplicação
de fungicidas**

Denis Santiago da Costa

**Dissertação apresentada para obtenção do
título de mestre em Ciências. Área de
concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2011**

Denis Santiago da Costa
Engenheiro agrônomo

Hidrocondicionamento de sementes de soja e momentos de aplicação de fungicidas

Orientador:
Profª Drª ANA DIONISIA DA LUZ COELHO NOVENBRE

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia**

Piracicaba
2011

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Costa, Denis Santiago da
Hidrocondicionamento de sementes de soja e momentos de aplicação de
fungicidas / Denis Santiago da Costa. - - Piracicaba, 2011.
72 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Condicionamento fisiológico 2. Fungicidas 3. Germinação de sementes 4. Glycine
max 5. Soja - Parâmetros fisiológicos e sanitários I. Título

CDD 633.34
C837h

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Milton Tadeu da Costa e Zillene Millhomem Santiago da Costa, pelo exemplo que sempre foram e que fizeram-me acreditar ser possível tornar um sonho realidade. Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e proteção com que têm me abençoado.

À professora e orientadora Dr. Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre, pelos ensinamentos, estímulo, exemplo de competência, humildade e profissionalismo, pela sábia orientação desta pesquisa, amizade e confiança a mim concedida, fundamentais à minha formação como profissional e, principalmente, como ser humano.

À Universidade de São Paulo - USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-ESALQ pela oportunidade de realização desta pesquisa e aos seus professores pela contribuição à minha formação profissional e acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de dois anos de bolsa.

A todos os docentes e funcionários que de certa forma contribuíram para minha formação acadêmica e profissional.

À minha namorada Gisele Santos Valadão, ao meu irmão Rodrigo Santiago da Costa, à minha cunhada Karen Bianca Bertolucci, ao meu sobrinho João Vitor Santiago da Costa e à Kamila Milhomem Santiago Dias que me ajudaram nas horas mais difíceis e me proporcionaram momentos de alegria durante essa fase da vida.

Em especial a minha avó, Joana Milhomem Santiago, e meu avô, Raimundo Meneses Santiago (*in memorium*), a quem tenho muito carinho e afeto e que também contribuíram para minha formação.

Aos meus amigos de república e faculdade Dalá, Thiago, Christian, Cartiane, Leonardo, Hilo, Nathalie, Juliana, Renata, Cris, Cris Pequeno, Daiane, Vitinho, Renê, Chiquinho, Vanessa, Roberta, Simone, Natalia, Bruna, Sueyde, Mário e Márcio . Aos demais colegas de várias disciplinas cursadas durante o mestrado, agradeço.

Aos meus amigos de Pirassununga Carlos, Danilo, André, Luiz, Tonhão e Diogo pelos momentos que nos divertimos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho

BIOGRAFIA

DENIS SANTIAGO DA COSTA – nascido em 13 de maio de 1986, filho de Milton Tadeu da Costa e Zillene Milhomem Santiago da Costa, é Engenheiro Agrônomo formado na XXVIII Turma de Engenheiros Agrônomos da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira em julho de 2009. Durante a graduação em agronomia foi bolsista de iniciação científica pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, no período de 05/2007 a 03/2008 e de 05/2008 a 03/2009, trabalhando com sementes de feijão. Ganhou os prêmios de melhor aluno do segundo, terceiro e quarto ano do curso de agronomia e, ao final da graduação, foi homenageado pela primeira colocação em notas na XXVIII Turma de Engenheiros Agrônomos pelas entidades UNESP/FE, CREA-SP e Instituto de Engenharia. Em fevereiro de 2010 ingressou em primeiro lugar no curso de pós-graduação, mestrado em ciências (área de concentração: fitotecnia), pela Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, bolsista CNPq pelo período de 03/2010 a 02/2012, trabalhando com sementes de soja.

EPÍGRAFE

¹*O Senhor é o meu pastor; nada me faltará.*

²*Deitar-me faz em pastos verdejantes; guia-me mansamente a águas tranquilas.*

³*Refrigera a minha alma; guia-me nas veredas da justiça por amor do seu nome.*

⁴*Ainda que eu ande pelo vale da sombra da morte, não temerei mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.*

⁵*Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos; unges com óleo a minha cabeça, o meu cálice transborda.*

⁶*Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida, e habitarei na casa do Senhor por longos dias.”*

Salmo 23

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	15
LISTA DE FIGURAS	17
LISTA DE TABELAS	19
1 INTRODUÇÃO	21
2 DESENVOLVIMENTO	23
2.1 Revisão bibliográfica	23
2.2 Material e métodos	29
2.3 Resultados e discussão	36
3 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS	67

RESUMO

Hidrocondicionamento de sementes de soja e momentos de aplicação de fungicidas

O condicionamento fisiológico é uma técnica aplicável para sementes de várias espécies vegetais. No entanto, para as sementes de soja há restrição de informação que relacione o condicionamento fisiológico à utilização de fungicidas. Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o condicionamento fisiológico de sementes de soja em água (hidrocondicionamento) associado a momentos distintos para a aplicação dos fungicidas. Para tanto, foram utilizadas sementes de soja, cultivar MSOY 7908 (Peneira 7), representadas por três lotes (1, 2 e 3). Após a caracterização da qualidade das sementes, em relação aos parâmetros físicos (teor de água e injúria mecânica), fisiológicos (viabilidade e vigor) e sanitário, foram constituídos os seguintes tratamentos, sementes: correspondentes à testemunha, hidrocondicionadas e secas, tratadas com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M, hidrocondicionadas com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporados à água do condicionamento e secas, hidrocondicionadas, secas e tratadas com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M e tratadas com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M, hidrocondicionadas e secas. Para a avaliação desses tratamentos as sementes foram analisadas em duas épocas. A avaliação geral dos resultados, das análises dessa pesquisa, evidenciou que o hidrocondicionamento não favoreceu a quantidade de plântulas normais de soja normais obtidas no teste de germinação. No entanto, foram observados benefícios do hidrocondicionamento em relação ao vigor das sementes pois, essa técnica favoreceu a velocidade de germinação das sementes e a germinação sob condição de estresse, como é o caso dos resultados do teste de envelhecimento acelerado. Além disso, os resultados das análises evidenciaram também que a eficiência do hidrocondicionamento pode ser diferenciada em função da qualidade das sementes dos lotes avaliados, uma vez que as sementes de qualidade inferior (lote 2) foram favorecidas pelo condicionamento fisiológico. Com relação aos fungicidas utilizados, em alguns dos resultados, foi constatado que Fludioxonil+Metalaxyl-M associado ao hidrocondicionamento não foi eficiente para a manutenção da qualidade das sementes e, portanto, não deve ser utilizado para o condicionamento fisiológico. A aplicação de fungicidas nas sementes de soja é essencial para a utilização do hidrocondicionamento; o momento ideal para manutenção da qualidade de sementes é o tratamento das sementes antes do condicionamento fisiológico com o fungicida Carboxina+Tiram.

Palavras-chave: *Glycine max*; Parâmetros fisiológicos e sanitários; Condicionamento fisiológico

ABSTRACT

Soybean seeds hydropriming and time of fungicides application

Priming is a technique applicable to seeds of various plant species. However, for the soybean seeds there is restrictions for information that relates the priming to the use of fungicides. Thus, the objective of this research was to evaluate the priming of soybean seeds in water (hydropriming) associated with different times for the application of fungicides. For this purpose, they were used soybean seeds, cultivar MSOY 7908 (Screen 7), represented by three plots (1, 2 and 3). After characterization of seed quality in relation to physical parameters (water content and mechanical injury), physiological (viability and vigor) and sanitary, the following treatments were established: seeds, corresponding the control, hydropriming and dried, treated with fungicides carboxin + thiram and fludioxonil + metalaxyl-M, hydropriming with the fungicides carboxin + thiram and fludioxonil + metalaxyl-M embedded in water priming and dry, hydropriming, dried and treated with the fungicides carboxin + thiram and fludioxonil + metalaxyl-M and treated with fungicides carboxin + thiram and fludioxonil + metalaxyl-M, hydropriming and dry. To evaluate these treatments the seeds were analyzed in two times. The overall results of the analysis of this research showed that the hydropriming did not favor the normal amount of soybean seedlings obtained in normal germination test. However, the hydropriming benefits were observed in relation to seed vigor because this technique favored the first count of germination and germination under stress condition, such as the results of accelerated aging test. In addition, the analysis results also showed that the efficiency of hydropriming can be differentiated according to the quality of seed lots evaluated, since the seeds of lower quality (lot 2) were favored by priming. With respect to the fungicides used, in some of the results, it was found that fludioxonil + metalaxyl-M associated with hydropriming was not effective for the maintenance of seed quality and therefore should not be used for priming. The application of fungicides in soybean seeds is essential for the use of the hydropriming, the ideal time to maintain the quality of seed is the treatment before of the priming with the fungicide carboxin+thiran.

Keywords: *Glycine max*; Physiological and sanitary parameters; Priming

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Padrão trifásico de absorção de água por sementes em processo de germinação (BEWLEY; BLACK, 1994).....26
- Figura 2 - Sementes de soja tratadas com os fungicidas Carboxina+Tiram, dose de 50g+50g de i.a. por 100kg de sementes (a) e Fludioxonil+Metalaxyl-M, dose de 2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes (b).33
- Figura 3 - Água destilada (a) e soluções de fungicidas (b) utilizadas para o condicionamento de sementes de soja, cultivar MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3.34
- Figura 4 - Hidrocondicionamento de semente de soja: colocação das sementes sobre as três folhas de papel (a) e cobertura com outras três folhas e saco plástico (b).....35
- Figura 5 - Aspecto do papel utilizado como substrato para o hidrocondicionamento de sementes de soja em que os fungicidas foram adicionados à água, tratamentos HC com F_1+S (a) e HC com F_2+S (b), comparado com aos dos papéis das sementes previamente tratadas com F_1+HC+S (c) e F_2+HC+S (d).....41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de tratamentos considerados para sementes de soja, cultivar MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3.	32
Tabela 2 – Resultados de injúrias mecânicas (IM), teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EPA) e índice de velocidade de germinação (IVG), referentes às sementes de soja, cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3.	37
Tabela 3 – Resultados de incidência (%) de <i>Aspergillus</i> spp. (ASP), <i>Penicillium</i> spp. (PEN) e emergência da plântula em solo infestado com <i>Rhizoctonia solani</i> (EPR) referentes às sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3.	38
Tabela 4 – Teores de água (%) imediatamente após o hidrocondicionamento (Ta_{hc}), na primeira época após a secagem (Ta_1) e na segunda época (Ta_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	40
Tabela 5 – Injúrias mecânicas (%), primeira (IM_1) e segunda épocas (IM_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	42
Tabela 6 – Incidência de <i>Aspergillus</i> spp. (%), primeira (ASP_1) e segunda épocas (ASP_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	44
Tabela 7 – Incidência de <i>Penicillium</i> spp. (%), primeira (PEN_1) e segunda épocas (PEN_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	46
Tabela 8 – Plântulas emersas (%) no teste de emergência em solo infestado com <i>Rhizoctonia solani</i> , primeira (EPR_1) e segunda épocas (EPR_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	48
Tabela 9 – Germinação (%), primeira (G_1) e segunda épocas (G_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	53

Tabela 10 – Primeira contagem do teste de germinação (%), primeira (PC_1) e segunda épocas (PC_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	56
Tabela 11 – Envelhecimento acelerado (%), primeira (EA_1) e segunda épocas (EA_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	59
Tabela 12 – Emergência das plântulas de soja (%), primeira (EPA_1) e segunda épocas (EPA_2), cv. MSOY 7908, sementes dos lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	61
Tabela 13 – Índice de velocidade de germinação, primeira (IVG_1) e segunda épocas (IVG_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas.	63

1 INTRODUÇÃO

Em soja, os altos rendimentos estão diretamente relacionados às condições ambientais favoráveis em todos os estádios de crescimento da planta. A germinação das sementes e emergência das plântulas constituem-se em etapas críticas do processo produtivo, pois variações ambientais drásticas podem interferir diretamente no estabelecimento da cultura e, conseqüentemente, na produtividade.

Para evitar a redução da população de plantas é desejável o uso de sementes com qualidade comprovada, que permitam rapidez e uniformidade de germinação, garantindo o estabelecimento rápido da cultura. Porém, nem sempre as sementes apresentam essas características desejáveis sendo necessário a aplicação de algumas técnicas que aprimorem a qualidade das sementes e favoreçam o processo de germinação.

Nesse sentido, a pesquisa na área de Tecnologia de Sementes tem evoluído rapidamente com estudos de novas técnicas para obtenção de características que favoreçam a germinação das sementes como é, por exemplo, o caso do condicionamento fisiológico de sementes.

O condicionamento fisiológico é um processo pós-colheita realizado por meio da hidratação controlada das sementes visando prepará-las, pela digestão de reservas e ativação de hormônios, para germinação rápida e uniforme. No entanto, essa técnica beneficia não somente as sementes, mas também toda a população de fungos associados as sementes. Dessa forma, é imprescindível eliminar ou controlar os efeitos desses microrganismos para que o condicionamento fisiológico seja eficiente para o aprimoramento da qualidade das sementes.

Porém, na revisão de literatura efetuada não foram encontrados artigos relacionados aos momentos de aplicação de fungicida em associação ao condicionamento fisiológico. Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi identificar os efeitos do condicionamento fisiológico de sementes de soja associado a utilização de fungicidas, em diferentes momentos de aplicação, sobre o parâmetro fisiológico, a sanidade de sementes e a emergência da plântula em solo infestado com *Rhizoctonia solani*.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

Em soja, a definição da população de plantas é uma das etapas do processo produtivo que deve ser bem planejada por influenciar não somente algumas características agronômicas das plantas, como altura da planta, altura de inserção da primeira vagem e acamamento, mas também influenciar a produção de grãos dessa espécie (URBEN FILHO; SOUZA, 1993; LAM-SANCHEZ; VELOSO, 1974).

Dentre os fatores que podem influenciar o estabelecimento da população de plantas, o potencial fisiológico das sementes tem fundamental importância (MARCOS FILHO, 2005), pois as deficiências na emergência das plântulas acompanhada da desuniformidade de germinação pode resultar em ressemeadura devido ao estande inadequado. A necessidade de semeadura acarreta em prejuízos referentes ao aumento do custo de produção e os riscos inerentes desta prática, como troca de cultivar, perda da melhor época de semeadura, problemas de eficiência de herbicida com riscos de sobreposição de produto na área resultando em ocorrência de toxidez, problemas de adubação, fatores esses que contribuem para uma menor produtividade (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA NETO, 2003). Portanto, é necessário o uso de sementes de alta qualidade para que populações de plantas ideais sejam estabelecidas para o cultivo das culturas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A qualidade das sementes é uma característica determinada pelos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. Os fatores genéticos são aqueles capazes de afetar a qualidade das sementes devido as diferenças entre a longevidade e o vigor de espécies ou cultivares. O atributo físico de um lote de sementes está relacionado com a presença de restos culturais, sementes nocivas e outras impurezas. O potencial fisiológico tem sua ação determinada, principalmente, pelo ambiente no qual a semente se formou e pelos demais procedimentos realizados durante as fases de colheita, beneficiamento e armazenamento. Por fim, a sanidade das sementes caracteriza-se pelos efeitos deletérios provocados pela ocorrência de microrganismos e insetos associados às sementes, desde o campo até o armazenamento (PESKE; LUCCA FILHO; BARROS, 2006).

Dentre esses atributos, o fisiológico pode ser influenciado por diversos fatores que ocorrem no campo, antes e durante a colheita, e nas demais etapas da produção, como a secagem, o beneficiamento, o armazenamento, o transporte e a semeadura. Tais fatores abrangem extremos de temperatura durante a maturação, flutuações das condições de umidade relativa do ar ambiente, deficiências na nutrição das plantas, ocorrência de insetos, além da adoção de técnicas inadequadas de colheita, secagem e armazenamento (KRZYZANOWSKI et al., 2006), ou seja, os processos deteriorativos nas sementes são causado por fatores bióticos ou abióticos (PESKE; LUCCA FILHO; BARROS, 2006).

A deterioração da semente pode ser entendida como processos de transformações degenerativas e irreversíveis que ocorrem na semente até que perca a vitalidade. A deterioração é inexorável, irreversível e varia entre espécies, variedades e sementes do mesmo lote (DELOUCHE, 1968).

Na prática, a deterioração das sementes constitui em alterações complexas que ocorrem com o passar do tempo, causando prejuízos aos sistemas e funções vitais da semente resultando na diminuição do desempenho da semente. O início da deterioração é constatada ainda em campo, após a semente ter atingido a maturidade fisiológica e continua até anular a capacidade de germinar. Alguns fatores podem interferir na duração do processo de deterioração, principalmente a interação entre herança genética, o grau de hidratação da semente e a temperatura do ar (DELOUCHE, 2002)

O primeiro evento que ocorre na semente indicativo da deterioração parece ser a danificação dos sistemas de membranas celulares, que são essenciais para o controle da hidratação das sementes evitando que ocorram perdas de eletrólitos, açúcares, aminoácidos e outras substâncias químicas. Os mecanismos energéticos e de síntese são, então, afetados e há a diminuição da taxa respiratória e da atividade de enzimas. Consequentemente, a redução na produção de energia e na biossíntese apresentam efeito pronunciado sobre a velocidade das respostas germinativas como, por exemplo, diminuição da velocidade de germinação da semente e do desenvolvimento das plântulas. Com o aumento da deterioração, a resistência ou tolerância das sementes aos estresses ambientais diminui, ou seja, a emergência da plântula em campo, sob

condições desfavoráveis, e a longevidade da sementes durante o armazenamento são reduzidas (DELOUCHE, 2002).

Ainda em relação à deterioração, é pouco provável que a qualidade individual da semente possa ser totalmente regenerada e mantida com o auxílio de qualquer técnica especial, pois a atuação de mecanismos de reparo implica em consumo de energia e esta não é renovável. Entretanto, a pesquisa na área de sementes tem direcionado a estudos de procedimentos que uniformizam o desempenho das sementes de um lote ou realçam componentes específicos de sua qualidade, uma vez que é impossível a recuperação completa do potencial fisiológico. Esse conjunto de procedimentos, denominado como condicionamento de sementes, inclui as etapas do beneficiamento, a peletização e o condicionamento fisiológico de sementes (MARCOS FILHO, 2005).

O condicionamento fisiológico é uma técnica aplicada às sementes, antes da semeadura, que visa influenciar o desenvolvimento das plântulas por meio da indução das atividades metabólicas que, geralmente, acelera a germinação das sementes e uniformiza o desenvolvimento das plântulas (BRADFORD, 1986). Além desses benefícios, outros são também atribuídos aos efeitos do condicionamento fisiológico como a redução de injúrias durante a fase de embebição, a tolerância aos estresses durante a germinação e a superação da dormência de sementes de algumas espécies (COPELAND; McDONALD, 2001).

Para realização do condicionamento fisiológico, quantidades de água previamente estabelecidas são adicionadas às sementes para que as atividades metabólicas da germinação ocorram, antes que haja a protrusão da raiz primária e, em seguida, as sementes são secas, retornando ao grau de umidade inicial (McDONALD, 2000). Dessa forma, é necessário verificar qual o momento mais adequado para finalizar o fornecimento de água e para a realização da secagem. Se houver interrupção do fornecimento de água antes do ponto considerado ideal, a ativação do metabolismo pode ser insuficiente para uniformizar a germinação das sementes de um lote; se houver após o ponto ideal, contribui para intensificar a possibilidade de reversão dos efeitos do condicionamento, devido à diminuição da tolerância das sementes à desidratação (MARCOS FILHO, 2005).

Assim, é fundamental o conhecimento do padrão de hidratação das sementes e identificar o momento ótimo para finalizar o condicionamento fisiológico das sementes. O processo de hidratação das sementes ocorre de acordo com um padrão trifásico de absorção de água e hidratação dos tecidos, sob condições ideais de suprimento de água, que são divididos em fase I, II e III, conforme Figura 1 (BEWLEY; BLACK, 1994).

Figura 1 - Padrão trifásico de absorção de água por sementes em processo de germinação (BEWLEY; BLACK, 1994)

Durante a fase I, conhecida por embebição, ocorre a absorção rápida da água, em função da diferença entre os potenciais de água da semente e do substrato, independentemente se a semente está viva ou morta, ou seja é um processo decorrente do gradiente de potencial hídrico entre a semente e o ambiente.

Na fase II, processos bioquímicos preparatórios, ocorre a diminuição da velocidade de absorção da água na semente, tendendo ao equilíbrio entre os potenciais, sendo que nessa fase as células das sementes não podem mais absorver água devido ao potencial de turgescência ser máximo. Nessa fase, são ativados os processos metabólicos requeridos para o desenvolvimento do embrião e para a conclusão do processo germinativo e, ainda, há a tolerância das sementes à desidratação.

A Fase III é caracterizada pelo aumento do conteúdo de água da semente, que ocorre em função da protrusão da raiz primária e do aumento do consumo de água pelo embrião em desenvolvimento. Na Fase III, com o metabolismo ativado e em função da produção de substâncias osmoticamente ativas, há a redução do potencial hídrico das sementes, resultando em rápida absorção de água do meio. A partir dessa fase a semente se torna intolerante a secagem.

Devido a esses conhecimentos sobre o padrão trifásico da hidratação das sementes foi estabelecido que absorção de água em sementes submetidas ao condicionamento fisiológico não deve exceder a fase III da hidratação, pois a fase II é suficiente para ativação do metabolismo das sementes e, também, a partir da fase III há restrição quanto à dessecação (BRADFORD, 1986).

Uma vez conhecido os princípios do condicionamento fisiológico, vários métodos de pré-hidratação ou tratamentos de condicionamento podem ser empregados para aumentar o teor de água das sementes até níveis compatíveis com a fase II da hidratação (MARCOS FILHO, 2005). As principais técnicas de condicionamento fisiológico das sementes incluem o osmótico (sementes hidratadas com imersão em solução osmótica), o mátrico (sementes hidratadas por meio de uma matriz úmida) e o método do tambor (sementes hidratadas com adição água por um equipamento especializado) (BLACK; BEWLEY; HALMER, 2006).

O condicionamento osmótico das sementes consiste na imersão direta das sementes em solução osmótica aerada e de baixo potencial hídrico. O manitol ou os sais inorgânicos como KH_2PO_4 , $\text{KH}(\text{PO}_4)_2$, K_3PO_4 , KCl , KNO_3 e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ foram usados intensamente em pesquisas com condicionamento fisiológico, entretanto, por apresentarem menores massas moleculares alguns desses elementos tinham efeitos tóxicos sobre as sementes, devido à absorção desses sais pelas células. Como alternativa, o polietilenoglicol tem substituído o manitol e esses sais por possuir maior massa molecular que permite que apenas a água seja absorvida pelas sementes (BLACK; BEWLEY; HALMER, 2006), evitando possíveis efeitos fitotóxicos.

O condicionamento mátrico das sementes tem como princípio o uso de uma matriz sólida insolúvel para a transferência de água para as sementes (COPELAND; McDONALD, 2001). Alguns materiais com essas características são a vermiculita, a

areia, o silicato de cálcio sintético e diferentes tipos de papéis. Quando realizado mediante a distribuição de sementes entre folhas de papel com controle da quantidade de água adicionada, essa técnica recebe o nome de hidrocondicionamento (TILDEN; WEST, 1985).

O método do tambor envolve a aspersão de quantidades conhecidas de água diretamente nas sementes, para que atinjam teores de água pré-determinados. No entanto, para utilização desse método é necessário o uso de um equipamento especial que uniformize e controle a distribuição de água para evitar danos por embebição rápida (WARREN; BENNET, 1997).

Na escolha do método de condicionamento fisiológico algumas peculiaridades devem ser levadas em consideração. Quando o condicionamento fisiológico é efetuado com uso de soluções osmóticas (osmocondicionamento) ou por meio da utilização de materiais sólidos (matricondicionamento), pode haver dificuldades, principalmente para a manipulação dos compostos químicos destinados ao tratamento osmótico ou para a eliminação de resíduos provenientes dos substratos sólidos do condicionamento mátrico (WARREN; BENNET, 1999). Desta forma, o hidrocondicionamento destaca-se entre as técnicas por utilizar água ao invés de sais, evitando a possível interferência de substâncias indesejáveis e nocivas às sementes, durante a hidratação (TILDEN; WEST, 1985).

Os efeitos benéficos do condicionamento fisiológico das sementes dependem de vários fatores como o genótipo, a deterioração, o período de tratamento, a temperatura, o tamanho das sementes, a velocidade de absorção de água, o grau de hidratação da sementes, a aeração, o tipo de secagem e as condições e períodos de tratamento (COPELAND; McDONALD, 2001).

Também, é fundamental avaliar a sanidade das sementes para o condicionamento fisiológico, uma vez que essa técnica é realizada em condições que contribuem para o desenvolvimento de microrganismos (NASCIMENTO; WEST, 1998). Sendo assim, o tratamento com fungicida é recomendável para sementes que são submetidas ao condicionamento fisiológico (FINCH-SAVAGE; GRAY; DICKSON, 1991).

No caso de sementes de soja, o tratamento de sementes com fungicidas foi recomendado oficialmente, pela primeira vez no Brasil, em 1981 para a maioria dos

estados produtores (HENNING; FRANÇA NETO; COSTA, 1981). Entretanto, apesar de recomendado desde essa data, houve incremento da aplicação de fungicidas somente após a introdução, via semente, do agente causal do cancro da haste da soja, *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*, que causou prejuízo significativo à sojicultura nacional (FRANÇA NETO; HENNING; YORINORI, 2000). Além desse patógeno, outros fungos podem ser transmitidos pela semente de soja como *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Fusarium semitectum*, *Phomopsis* spp. anamorfo de *Diaporthe* spp. e *Colletotrichum truncatum* (EMBRAPA, 2008).

Também, durante o armazenamento das sementes alguns patógenos que se estabelecem nas sementes durante o desenvolvimento das plantas em campo, como *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp., podem interferir na qualidade das sementes reduzindo- por meio da colonização do embrião por esses fungos. Dessa forma, o tratamento químico das sementes das culturas é um importante procedimento para a produção agrícola, pois além de proteger as sementes dos patógenos presentes em sua estrutura, também confere proteção em relação aos patógenos existentes no solo (MACHADO, 2000).

Diversas pesquisas têm comprovado a adequação do uso das técnicas de condicionamento fisiológico para as sementes de muitas espécies, dentre as quais as de soja (BRACCINI et al., 1999, 1997a; 1997b; GIUDICE; REIS, 1999; GIURIZATTO et al., 2008). No entanto, faltam estudos sobre as relações entre os patógenos associados às semente de soja, o tratamento com fungicida e o condicionamento fisiológico das sementes.

2.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal e no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ambos pertencentes à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (USP/ESALQ), Piracicaba, SP.

A pesquisa avaliou sementes de soja (*Glycine max* L.) do cultivar MSOY 7908 (Peneira 7,0) representadas por três lotes (1, 2 e 3). As sementes, assim que

adquiridas, foram caracterizadas quanto ao teor de água, às injúrias mecânicas, à germinação, ao vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência das plântulas em areia e velocidade de germinação), à sanidade e à emergência das plântulas em solo infestado com *Rhizoctonia solani*, conforme descritos a seguir:

Teor de água: avaliado pelo método da estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, utilizando duas amostras com 0,5 g de sementes por tratamento e para cada lote (BRASIL, 2009). Os resultados referentes ao teor de água das sementes foram expressos em porcentagem na base úmida.

Teste do hipoclorito de sódio: conduzido com duas repetições de 100 sementes por tratamento e para cada lote. Para cada repetição, foi registrado o número de sementes com injúrias mecânicas visíveis e retiradas da amostra. As sementes que não foram identificadas visualmente com injúrias mecânicas foram colocadas em copos plástico e, em seguida, foi acrescentado um volume de solução de hipoclorito de sódio suficiente para que todas as sementes ficassem imersas. Após o período de dez minutos foi registrado o número de sementes com tegumento expandido (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 2004). O total de sementes com injúrias mecânicas foi obtido através da soma das sementes com injúrias mecânicas visíveis e sementes que apresentaram o tegumento expandido durante o teste. Os resultados referentes ao teste de hipoclorito de sódio das sementes foram expressos em porcentagem de sementes com injúrias mecânicas.

Germinação: 200 sementes, tomadas ao acaso, foram separadas em quatro repetições de 50 sementes e semeadas em rolos de papel (tipo Germitest), umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e mantidas em germinador à temperatura de 25°C . Para a primeira contagem de germinação, realizada no quinto dia após a instalação do teste, foram registradas apenas as plântulas normais que tinham todas suas partes desenvolvidas e que superaram o valor de 6,5 cm (valor estabelecido em função de testes preliminares com as sementes desse cultivar). No oitavo dia após a instalação do teste foi realizada a contagem final, registrando todas as plântulas normais, independente do tamanho, de acordo com as Regras para Análises

de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados obtidos de germinação e primeira contagem foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Envelhecimento acelerado: realizado com quatro amostras de 50 sementes por tratamento e lote. As sementes foram distribuídas em camada única sobre tela de aço inox da caixa de plástico (11cm x 11cm x 3,5cm) contendo 40ml de água destilada. Após as caixas serem tampadas foram levadas ao BOD regulado à temperatura de 41 °C por 48 horas (HAMPTON; TeKRONY, 1995). Após esse período de tempo as sementes foram semeadas, semelhante à forma descrita para o teste de germinação, e a avaliação realizada no quinto dia após a semeadura, com os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais

Emergência das plântulas: foi conduzido em casa de vegetação com quatro repetições de 50 sementes, de cada tratamento e lote, distribuídas a 0,05 m de profundidade em areia a 60% da capacidade de campo. As avaliações foram efetuadas diariamente até o sétimo dia. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emersas e pelo índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1962).

Teste de sanidade: realizado pelo método de papel de filtro (Blotter), por meio da incubação de vinte repetições de 10 sementes por tratamento e para cada lote, mantidas em câmaras com fotoperíodo de 12 horas por 10 dias a $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A identificação dos fungos foi determinada com auxílio de um aparelho estereomicroscópio e os resultados expressos em porcentual de ocorrência de cada fungos com uma casa decimal.

Emergência das plântulas em solo infestado com *Rhizoctonia solani*: quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento e lote foram semeadas em caixas plásticas contendo solo infestado pelo fungo *Rhizoctonia solani*. Para realizar a infestação do solo, no dia anterior à semeadura o solo foi irrigado para ter 60% em água da capacidade de retenção do substrato e, em seguida, foram adicionados ao solo 75 ml de solução contendo esse fungo (obtida do processamento, em aparelho liquidificador, de um meio BDA contendo o fungo *Rhizoctonia solani*, crescido em placa de Petri durante sete dias, por 50 mL de água). Após 14 dias de instalação foi avaliado o número de plântulas emersas e os resultados expressos em porcentagem.

Os tratamentos constaram da aplicação de dois fungicidas (Carboxina+Tiram e Fludioxonil + Metalaxyl-M) antes do condicionamento, durante o condicionamento e após o condicionamento e a secagem, além de uma testemunha sem tratamento fungicida e sem condicionamento fisiológico, uma testemunha com condicionamento e sem fungicida e um tratamento com cada fungicida sem o condicionamento (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação de tratamentos considerados para sementes de soja, cultivar MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3

Tratamentos	Descrição dos tratamentos
Testemunha	Sementes sem tratamento com fungicida e sem condicionamento fisiológico.
F ₁	Sementes tratadas com Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes).
F ₂	Sementes tratadas com Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes).
HC+S	Sementes hidrocondicionadas com água seguida de secagem em estufa (30 °C).
HC com F ₁ +S	Sementes hidrocondicionadas com solução aquosa de Carboxina+Tiram (0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL de água), seguida de secagem em estufa (30 °C).
HC com F ₂ +S	Sementes hidrocondicionadas com solução aquosa de Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL de água) seguida de secagem em estufa (30 °C).
HC+S+F ₁	Sementes hidrocondicionadas com água seguida de secagem em estufa (30 °C) com posterior tratamento das sementes com Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)
HC+S+F ₂	Sementes hidrocondicionadas com água seguida de secagem em estufa (30 °C) com posterior tratamento convencional de sementes com Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes).
F ₁ +HC+S	Sementes tratadas com Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes) e, em seguida, hidrocondicionadas em água, com posterior secagem em estufa (30 °C)
F ₂ +HC+S	Sementes tratadas com Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes) e, em seguida, hidrocondicionadas em água, com posterior secagem em estufa (30 °C)

Nos tratamentos Carboxina+Tiram, F₁, (Figura 2a) e Fludioxonil+Metalaxyl-M, F₂, (Figura 2b), foram utilizados, os respectivos fungicidas nas doses de 50g+50g de i.a. por 100kg de sementes e 2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes, aplicados nas sementes em um volume de calda (fungicida + água destilada) correspondente a 0,5% do peso das sementes. Para a aplicação, primeiro a calda foi adicionada a um saco

plástico (38 cm x 31 cm, comprimento e largura) e, após a adição das sementes, vedado e agitado até a completa cobertura das mesmas.

Figura 2 - Sementes de soja tratadas com os fungicidas Carboxina+Tiram, dose de 50g+50g de i.a. por 100kg de sementes (a) e Fludioxonil+Metalaxyl-M, dose de 2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes (b)

Para o hidrocondicionamento foram utilizadas seis folhas de papel, marca Germitest, umedecidas com quantidade de água (Figura 3a) ou solução aquosa dos fungicidas (Figura 3b) equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco.

Figura 3 - Água destilada (a) e soluções de fungicidas (b) utilizadas para o condicionamento de sementes de soja, cultivar MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3

Em seguida, uma bandeja de alumínio (28,5 cm × 18,0 cm × 3,5 cm, comprimento, largura e altura, respectivamente) foi forrada com três dessas folhas de papel umidecidas, dobradas ao meio no sentido do comprimento, sobre as quais foram distribuídos 300 g de sementes de soja (Figura 4a) que, em seguida, foram cobertas com outras três folhas de papel dobradas ao meio no sentido do comprimento. Após esse procedimento, as bandejas foram envolvidas em saco plástico com cerca de 30 perfurações obtidas por uma agulha (Figura 4b) e mantidas em BOD regulado à temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante 48 horas. Ao final desse período as sementes submetidas ao hidrocondicionamento foram secas em estufa de circulação e renovação de ar (30°C) até atingirem teor de água próximo ao inicial.

Figura 4 - Hidrocondicionamento de semente de soja: colocação das sementes sobre as três folhas de papel (a) e cobertura com outras três folhas e saco plástico (b)

Após obtidos os tratamentos as sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, às injúrias mecânicas, à germinação, ao vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência da plântula em areia e velocidade de germinação), à sanidade e à emergência da plântula em solo infestado com *Rhizoctonia solani*, conforme descritos anteriormente. Em seguida, as sementes foram armazenadas em sacos de papel do tipo Kraft, e mantidas em câmara fria ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 50\%$ de UR) durante o período de 3 meses após o qual foram avaliadas novamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente aleatorizado com quatro repetições e para a análise estatística dos dados foi utilizado o software Infostat® (DI RIENZO et al., 2011). Para cada lote e cada época, os dados foram avaliados através da análise de variância pelo teste F e, quando significativo ao nível de 5% de probabilidade, aplicado o teste de Scott-Knott para comparação das médias. Os dados provenientes de porcentagem que não apresentaram distribuição normal foram transformados em arco-seno $\sqrt{\frac{x}{100}}$ sendo apresentado apenas as diferenças da transformação acompanhadas da média original.

2.3 Resultados e discussão

Os resultados referentes à caracterização das sementes de soja (Tabela 2) indicaram que há diferenças de germinação entre as sementes dos três lotes, com o lote 2 apresentando número de plântulas normais inferior ao dos lotes 1 e 3. Deve ser ressaltado que as sementes de todos os lotes apresentaram germinação superior a 80%, valor mínimo estabelecido pelo padrão de comercialização para sementes de soja no Brasil (BRASIL, 2005). De acordo com Powel (1986), a utilização de sementes com germinação elevada é recomendável para que sejam comparadas sementes com qualidade compatível às exigências estabelecidas para a comercialização das sementes.

Inicialmente, pelos resultados do teste de hipoclorito de sódio foi verificado que as sementes dos três lotes apresentaram valores similares de injúrias mecânicas, sem diferenças significativas (Tabela 2). Tal fato foi fundamental para a discussão dos resultados, pois eliminou possíveis interferências desse parâmetro sobre os resultados obtidos nessa pesquisa. Também foi verificado que as sementes de soja tinham teores de água semelhantes, com diferenças menores que dois pontos percentuais (Tabela 2) e, dessa forma, eliminando também a interferência do teor de água nos resultados dos demais testes (MARCOS FILHO, 2005). Assim, os resultados obtidos nessa pesquisa foram efeitos exclusivos dos tratamentos, livre da influência desses fatores citados.

Em relação aos resultados dos testes de vigor, as sementes do lote 2 apresentaram resultados inferiores na primeira contagem de germinação e no teste de envelhecimento acelerado em relação às dos lotes 1 e 3 (Tabela 2). No entanto, nenhum dos testes de vigor utilizados estabeleceu diferenças significativas entre as sementes dos lotes 1 e 3.

Tabela 2 – Resultados de injúrias mecânicas (IM), teor de água (TA), germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EPA) e índice de velocidade de germinação (IVG), referentes às sementes de soja, cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3

Lotes	I.M ^{n.s}	T.A.	G ^{**}	PC ^{**}	EA ^{**}	EPA ^{n.s}	IVG ^{n.s}
	(%).....						-
1	25	8,0	89 a	84 a	56 a	89	9,4
2	20	9,9	82 b	66 b	39 b	85	8,5
3	17	9,0	92 a	84 a	50 a	89	9,1
C.V.(%)	20,2	-	4,2	5,1	9,3	7,3	8,3

^{n.s.}, e ^{**} não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Os resultados do teste de sanidade indicaram haver incidência alta dos fungos *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. nas sementes, superiores a 50% e 30%, respectivamente (Tabela 3), entretanto, apenas as sementes do lote 2 apresentaram valores diferentes aos dos demais lotes para o fungo *Aspergillus* spp.; não foram verificadas diferenças significativas na incidência de *Penicillium* spp. A presença desses fungos nas sementes foi fundamental, uma vez que são relatadas interferências desses microrganismos nos resultados do condicionamento fisiológico das sementes (NASCIMENTO; WEST, 1998).

Quanto à emergência da plântula em solo infestado com *Rhizoctonia solani* os dados revelaram que as sementes dos lotes 2 e 3 foram as mais suscetíveis à ação desse fungo, apresentando resultados estatisticamente inferiores aos das sementes do lote 1 (Tabela 3). Dessa forma, foi possível inferir que as sementes dos lotes 2 e 3 estavam mais deterioradas em relação às do lote 1, possivelmente devido à desorganização do sistema de membranas que resultou, durante o processo de hidratação das sementes, em liberação de exsudados das sementes que podem ter favorecido a colonização dos fungos e inibido a germinação das sementes. De acordo com Copeland e McDonald (2001), uma das principais consequências da desorganização das membranas em sementes é a exsudação de compostos essenciais para a germinação das sementes que, conseqüentemente, estimulam o desenvolvimento de microrganismos.

Dessa forma, de acordo com os resultados de germinação e vigor, as sementes do lote 1 foram classificadas como de vigor alto, em função da superioridade dos resultados na maioria dos testes, as do lote 2 como de vigor baixo, em função do desempenho inferior na maioria dos testes, e as do lote 3 como de vigor médio, por serem equivalentes à qualidade das sementes do lote 1, com exceção dos resultados da emergência das plântulas em solo infestado com *Rhizoctonia solani*.

Tabela 3 – Resultados de incidência (%) de *Aspergillus* spp. (ASP), *Penicillium* spp. (PEN) e emergência da plântula em solo infestado com *Rhizoctonia solani* (EPR) referentes às sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3

Lotes	ASP**	PEN ^{n.s}	EPR**
	(%).....		
1	64,5 a	44,5	29 a
2	88,5 b	39,0	13 b
3	56,5 a	31,0	9 b
C.V.(%)	10,2	28,6	17,9

^{n.s.}, e ** não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

A determinação do teor de água, ao final do condicionamento fisiológico, indicou que as sementes tinham entre 32,1% e 36,2% (Tabela 4). A homogeneidade do teor de água entre as sementes sugere que há similaridade da atividade metabólica, o que permite identificar apenas as diferenças entre os tratamentos propostos nessa pesquisa.

De acordo com Bewley e Black (1994), diferentes teores de água nas sementes são responsáveis por processos metabólicos distintos, sendo essencial o controle da hidratação no processo de condicionamento fisiológico. Ainda, conforme esses autores, quando os valores do teor de água são entre 30 e 40% os principais eventos nas sementes são ativados, como a síntese de proteínas e ácido nucléicos e atividade de mecanismos de reparo de membranas e DNA, eventos esses benéficos para preparar as sementes para a germinação, que é a principal finalidade do condicionamento fisiológico das sementes.

Porém, mesmo atingindo esses níveis de hidratação não foi possível afirmar que as sementes atingiram um teor de água ótimo, pois um dos principais problemas nos

estudos envolvendo o condicionamento fisiológico das sementes é a falta de um valor de referência de teor de água para encerrar a hidratação e submeter as sementes à secagem. A maioria das pesquisas relacionadas ao estudo dessa técnica apresenta dados referentes ao período de hidratação, em dias ou horas, e não do teor de água final das sementes, o que dificulta a padronização do valor final de teor de água atingido pelas sementes. No entanto, os valores de teor de água das sementes atingidos nessa pesquisa podem ser considerados satisfatórios em função dos resultados de outras pesquisas com sementes de soja hidrocondicionadas, como os de Giurizatto (2006) e Vazquez (1995), nos quais o teor de água das sementes ficaram em torno de 30-35%.

Após a secagem, as sementes atingiram valores próximos aos dos graus de umidade obtidos na caracterização da qualidade inicial das sementes (Tabela 2) e, além disso, esses valores foram considerados adequados para o armazenamento por três meses.

Tabela 4 – Teores de água (%) imediatamente após o hidrocondicionamento (Ta_{hc}), na primeira época após a secagem (Ta_1) e na segunda época (Ta_2), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes								
	1			2			3		
	Ta_{hc}	Ta_1	Ta_2	Ta_{hc}	Ta_1	Ta_2	Ta_{hc}	Ta_1	Ta_2
Testemunha	-	9,5	10,2	-	8,9	10,5	-	8,8	10,2
$F_1^{(1)}$	-	9,0	10,4	-	9,1	10,5	-	8,9	10,3
$F_2^{(2)}$	-	9,2	10,2	-	8,8	10,1	-	8,5	10,3
$HC^{(3)}+S^{(4)}$	32,1	9,6	11,2	35,9	9,2	10,4	34,0	9,0	10,5
HC com $F_1^{(5)}+S$	33,0	9,2	10,3	35,0	9,1	10,3	33,2	9,1	10,1
HC com $F_2^{(6)}+S$	33,2	9,3	10,3	34,8	8,7	10,1	33,9	9,3	10,6
$HC+S+F_1^{(1)}$	32,4	9,2	10,6	35,3	9,0	10,9	35,0	9,0	10,3
$HC+S+F_2^{(2)}$	32,4	9,7	10,5	36,0	9,2	10,4	34,3	9,2	10,9
$F_1^{(1)}+HC+S$	33,1	9,1	10,4	35,2	8,9	10,6	34,8	8,6	10,4
$F_2^{(2)}+HC+S$	32,8	9,0	10,5	36,2	9,5	10,6	35,2	8,9	10,2

⁽¹⁾ Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

⁽²⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

⁽³⁾ Hidrocondicionamento com água;

⁽⁴⁾ Secagem

⁽⁵⁾ Carboxina+ Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

⁽⁶⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

Dois dos tratamentos estudados nessa pesquisa, os quais incluíram os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporados à água para o hidrocondicionamento (HC com F_1+S e HC com F_2+S), não foram eficientes, uma vez que os produtos aplicados ficaram retidos no papel utilizado para o hidrocondicionamento e, conseqüentemente, parte dos ingredientes ativos como pode ser visualizado nas Figuras 5a e 5b; no entanto não houve retenção de produtos para as sementes tratadas antes do hidrocondicionamento (5c e 5d). Em função dessas observações sobre os fungicidas incorporados à água para o hidrocondicionamento foi considerada a hipótese de que parte dos ingredientes ativos ficou retido no papel do hidrocondicionamento, não transferindo-se para as sementes.

Figura 5 - Aspecto do papel utilizado como substrato para o hidrocondicionamento de sementes de soja em que os fungicidas foram adicionados à água, tratamentos HC com F_1+S (a) e HC com F_2+S (b), comparado com aos dos papéis das sementes previamente tratadas com F_1+HC+S (c) e F_2+HC+S (d)

Durante o hidrocondicionamento foi observado que há a hidratação e o aumento do volume das sementes e, conseqüentemente, a expansão do tegumento. Após as sementes atingirem o teor de água previamente estabelecido para o hidrocondicionamento as sementes foram secas e houve, então, a redução do volume das sementes e a retração do tegumento. Essas alterações no tegumento causaram o aumento das injúrias mecânicas, como pode ser observado pelos resultados da Tabela 5. Assim, todos os resultados de injúrias mecânicas dos tratamentos de hidrocondicionamento associados ou não a aplicação de fungicidas ($HC+S+F_1$, $HC+S+F_2$, F_1+HC+S , F_2+HC+S , $HC+S$, HC com F_1+S e HC com F_2+S) foram superiores aos das sementes não condicionadas (Testemunha, F_1 e F_2), tanto para a primeira época (IM_1) como para a segunda época (IM_2), independentemente da qualidade das sementes dos lotes 1, 2 e 3.

Esse resultado foi considerado coerente com as informações sobre as características do tegumento das sementes de soja descritas na literatura, pois de

acordo com França Neto e Henning (1984), o tegumento da semente de soja caracteriza-se como uma parte muito sensível por ser fino e, conseqüentemente, confere pouca proteção às sementes. Também Marcos Filho (2005) relatou que o tegumento das sementes de soja apresenta uma estrutura pouco flexível, sendo passível de ocorrência de rupturas durante variações do teor de água das sementes, uma vez que as sementes não tem uma camada tegumentar composta por células hipodérmicas na região oposta ao hilo.

Tabela 5 – Injúrias mecânicas (%), primeira (IM₁) e segunda épocas (IM₂), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes					
	1		2		3	
	IM ₁ ^{**}	IM ₂ ^{**}	IM ₁ ^{**}	IM ₂ ^{**}	IM ₁ ^{**}	IM ₂ ^{**}
Testemunha	25 b	23 b	20 b	21 b	17 b	18 b
F ₁ ⁽¹⁾	21 b	24 b	19 b	21 b	18 b	15 b
F ₂ ⁽²⁾	22 b	20 b	22 b	18 b	18 b	18 b
HC ⁽³⁾ +S ⁽⁴⁾	34 a	35 a	29 a	31 a	40 a	39 a
HC com F ₁ ⁽⁵⁾ +S	33 a	32 a	27 a	27 a	36 a	35 a
HC com F ₂ ⁽⁶⁾ +S	32 a	31 a	30 a	28 a	34 a	30 a
HC+S+F ₁ ⁽¹⁾	32 a	31 a	30 a	27 a	44 a	33 a
HC+S+F ₂ ⁽²⁾	33 a	30 a	27 a	28 a	44 a	40 a
F ₁ ⁽¹⁾ +HC+S	31 a	36 a	30 a	32 a	38 a	39 a
F ₂ ⁽²⁾ +HC+S	35 a	34 a	27 a	30 a	40 a	39 a
C.V.(%)	5,3	7,0	6,6	6,3	5,8	7,2

n.s., e ** não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

(1) Carboxina+ Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

(2) Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

(3) Hidrocondicionamento com água

(4) Secagem

(5) Carboxina+ Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

(6) Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

Ainda em relação às injúrias mecânicas, foi observado que os danos proporcionados pelo hidrocondicionamento facilitaram a colonização de alguns microrganismos como, por exemplo, os fungos dos gêneros *Aspergillus* spp. (Tabela 6) e *Penicillium* spp.(Tabela 7).

Com relação à avaliação de *Aspergillus* spp. (Tabela 6), para as sementes dos lotes 1, 2 e 3 em todas as épocas de avaliação, houve o aumento da incidência desse fungo para as sementes que foram submetidas ao hidrocondicionamento e, em seguida, secas (HC+S), em relação à testemunha. Esses resultados foram coerentes aos obtidos para as injúrias mecânicas (Tabela 5), pois com o aumento das injúrias no tegumento das sementes, causado pelo condicionamento fisiológico, os esporos desses microrganismos encontraram aberturas que facilitaram a colonização, proporcionando a maior incidência. Também foi observado que durante o condicionamento fisiológico a combinação da temperatura (20 °C), com o aumento contínuo do teor de água das sementes e a secagem a 30 °C favoreceram o desenvolvimento desse fungo na ausência de fungicida, justificando o aumento da incidência desse patógeno. De acordo com Menten (1995) e Maeda, Lago e Gerin (1995), em sementes cujos parâmetros fisiológicos e sanitários são inadequados, a presença das injúrias mecânicas facilita a infecção por microrganismos das sementes ou presentes no solo, tais como *Aspergillus* spp., *Fusarium*, spp., *Rhizoctonia* spp., *Rhizopus*, spp., *Sclerotium*, spp., dentre outros.

De modo geral (Tabela 6), o controle de *Aspergillus* spp. foi superior para as sementes tratadas com os fungicidas Carboxina+Tiram (F₁) e Fludioxonil+Metalaxyl-M (F₂) como pode ser verificado para as sementes do lote 2, primeira e segunda época, e 3, primeira época. No entanto, para as sementes do lote 1, primeira e segunda épocas, os resultados superiores foram observados para as sementes tratadas e posteriormente submetidas ao hidrocondicionamento e à secagem (F₁+HC+S), primeira época (ASP₁), e F₁+HC+S e F₂+HC+S, segunda época (ASP₂). Reafirmando a hipótese de que os ingredientes ativos ficaram retidos no papel de hidrocondicionamento, foi observado que os tratamentos com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporados à água de hidrocondicionamento (HC com F₁+S e HC com F₂+S) não promoveram o controle de *Aspergillus* spp., inclusive com resultados similares aos do hidrocondicionamento seguido de secagem (HC+S) para as sementes dos lotes 2 e 3, primeira e segunda épocas.

Os fungos do gênero *Aspergillus* são caracterizados como tóxicos, saprófitos, cosmopolitas e de disseminação fácil e causadores de deterioração em grãos e sementes. Por serem espécies xerófilas, há a possibilidade de desenvolverem-se em

potencial de água baixo, sendo os primeiros a colonizarem os grãos e as sementes, nas condições de baixo grau de umidade, facilitando o desenvolvimento de outros gêneros que necessitam mais água (NEERGAARD, 1979; BERJAK, 1987; MILLS, 1983; GRIFFIN, 1994; LUZ, 1995). Essas características facilitaram a disseminação e o desenvolvimento desses microrganismos nas sementes da presente pesquisa, principalmente para as sementes que foram hidrocondicionadas e, em seguida, secas (HC+S).

Tabela 6 – Incidência de *Aspergillus* spp. (%), primeira (ASP₁) e segunda épocas (ASP₂), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes					
	1		2		3	
	ASP ₁ **	ASP ₂ **	ASP ₁ **	ASP ₂ **	ASP ₁ **	ASP ₂ **
Testemunha	64,5 d	60,0 c	88,5 f	66,5 d	56,5 d	61,0 b
F ₁ ⁽¹⁾	13,0 b	21,0 b	17,5 a	23,0 a	7,0 a	8,0 a
F ₂ ⁽²⁾	29,0 c	22,0 b	50,0 c	39,5 b	16,5 b	15,0 a
HC ⁽³⁾ +S ⁽⁴⁾	96,0 e	91,0 d	99,0 g	100,0 e	99,0 e	100,0 c
HC com F ₁ ⁽⁵⁾ +S	69,5 d	63,0 c	99,0 g	99,5 e	98,5 e	100,0 c
HC com F ₂ ⁽⁶⁾ +S	58,0 d	56,5 c	98,5 g	100,0 e	95,5 e	100,0 c
HC+S+F ₁ ⁽¹⁾	27,0 c	33,5 b	84,0 f	74,5 d	65,0 d	53,5 b
HC+S+F ₂ ⁽²⁾	49,5 d	52,0 c	74,5 e	75,5 d	63,0 d	97,5 c
F ₁ ⁽¹⁾ +HC+S	4,5 a	11,5 a	37,5 b	56,0 c	21,0 b	14,0 a
F ₂ ⁽²⁾ +HC+S	12,5 b	9,5 a	64,0 d	91,5 d	46,5 c	56,0 b
C.V.(%)	12,6	19,3	4,5	10,71	9,2	6,8

n.s., e ** não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

⁽¹⁾ Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

⁽²⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

⁽³⁾ Hidrocondicionamento com água

⁽⁴⁾ Secagem

⁽⁵⁾ Carboxina+Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

⁽⁶⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

Em relação aos fungos do gênero *Penicillium* (Tabela 7) foram observados resultados similares aos encontrados para *Aspergillus* spp. (Tabela 6), ou seja, aumento da incidência de *Penicillium* spp. nas sementes hidrocondicionadas sem fungicida (HC+S), possivelmente em consequência do aumento das injúrias no tegumento

causado pelo condicionamento fisiológico (Tabela 5). Também foi observado que os tratamentos com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporados à água de hidrocondicionamento (HC com F_1 +S e HC com F_2 +S) não promoveram o controle eficiente desses microrganismos, pois, possivelmente, esse método reduziu a quantidade dos ingredientes ativos, conforme destacado anteriormente.

Os tratamentos eficientes para o controle desse patógeno, com exceção dos resultados das sementes do lote 2, na primeira época, foram aqueles em que as sementes foram tratadas com fungicidas (F_1 e F_2), as que foram tratadas com fungicidas e condicionadas (F_1 +HC+S e F_2 +HC+S) e as que foram condicionadas e depois tratadas com os fungicidas (HC+S+ F_1 e HC+S+ F_2). Para as sementes do lote 2, na primeira época, o tratamento das sementes com os fungicidas depois do hidrocondicionamento (HC+S+ F_1 e HC+S+ F_2) não promoveu o controle eficiente desse microrganismo, evidenciando que nem mesmo os fungicidas aplicados posteriormente ao condicionamento fisiológico causaram redução da população desse microrganismo.

A associação entre o aumento das injúrias físicas das sementes de soja e a incidência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. são coerentes com a afirmação de Machado (2000) de que a maioria dos fungos utiliza as aberturas naturais nas sementes (hilo), rachaduras e ferimentos no tegumento para colonizar as sementes, corroborando os resultados dessa pesquisa e de Marchi et al. (2006) que observaram também o aumento da incidência de fungo conforme aumentaram as injúrias mecânicas nas sementes de milho.

Penicillium spp. são espécies que colonizam sementes com teores de água superiores a 16% e que foram armazenadas em temperaturas relativamente baixas (CHRISTENSEN; KAUFMANN, 1965). Nessa pesquisa o condicionamento fisiológico das sementes favoreceu o desenvolvimento desse gênero de fungo, pois durante o hidrocondicionamento houve aumento dos valores do teor de água das sementes até aproximadamente 30%, ou seja, condições que favoreceram o desenvolvimento desse microrganismo. Os valores que eram inicialmente inferiores a 45% (testemunha) superaram 70% nas semente hidrocondicionadas sem fungicidas (HC+S) evidenciando o aumento da incidência desse patógeno.

Tabela 7 – Incidência de *Penicillium* spp. (%), primeira (PEN₁) e segunda épocas (PEN₂), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes					
	1		2		3	
	PEN ₁ ^{**}	PEN ₂ ^{**}	PEN ₁ ^{**}	PEN ₂ ^{**}	PEN ₁ ^{**}	PEN ₂ ^{**}
Testemunha	44,5 c	32,5 c	39,0 c	32,5 b	31,0 c	22 b
F ₁ ⁽¹⁾	2,0 a	1,5 a	2,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
F ₂ ⁽²⁾	1,0 a	0,5 a	1,5 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
HC ⁽³⁾ +S ⁽⁴⁾	71,5 d	70,5 d	98,5 d	85,0 d	96,0 d	99 d
HC com F ₁ ⁽⁵⁾ +S	40,5 c	29,5 c	47,5 c	64,5 c	33,5 c	51,5 c
HC com F ₂ ⁽⁶⁾ +S	18,5 b	16,0 b	97,0 d	90,5 d	64,5 d	49,5 c
HC+S+F ₁ ⁽¹⁾	1,0 a	3,0 a	8,0 b	6,0 a	12,5 b	13,0 b
HC+S+F ₂ ⁽²⁾	4,0 a	3,0 a	6,5 b	7,0 a	3,0 b	16,5 b
F ₁ ⁽¹⁾ +HC+S	0,5 a	1,5 a	2,5 a	1,0 a	0,0 a	1,0 a
F ₂ ⁽²⁾ +HC+S	1,0 a	1,0 a	2,0 a	0,5 a	0,5 a	1,0 a
C.V.(%)	26,1	31,9	18,6	16,8	16,2	24,71

n.s., e ** não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

⁽¹⁾ Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

⁽²⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

⁽³⁾ Hidrocondicionamento com água

⁽⁴⁾ Secagem

⁽⁵⁾ Carboxina+ Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

⁽⁶⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

Para a emergência das plântulas em solo infestado com *Rhizoctonia solani* (Tabela 8) os resultados indicaram que a testemunha, as sementes hidrocondicionadas e secas (HC+S) e as hidrocondicionadas com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporados à água de hidrocondicionamento e, em seguida, secas (HC com F₁+S e HC com F₂+S) foram inferiores aos dos demais tratamentos, possivelmente, devido a ausência da proteção das sementes pelo fungicida.

Assim, os dados evidenciaram que as sementes com desempenho superior para esse parâmetro foram àquelas submetidas ao tratamento com fungicida (F₁ e F₂) e as hidrocondicionadas com fungicida antes (F₁+HC+S e F₂+HC+S) ou após (HC+S+F₁, HC+S+F₂) o condicionamento, com exceção do tratamento onde as sementes foram hidrocondicionadas e depois tratadas com Fludioxonil+Metalaxyl-M (HC+S+F₂) na segunda época para o lote 1 e na primeira e segunda épocas para o lote 3,

demonstrando que esse produto pode apresentar variação no controle de *Rhizoctonia solani*. Como não foram observadas diferenças significativas para as sementes tratadas com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M (F_1 e F_2) e as tratadas com fungicidas e hidrocondicionadas (F_1 +HC+S e F_2 +HC+S) significa que a emergência das plântulas foi favorecida apenas pelos efeitos dos fungicidas e não pelo hidrocondicionamento.

Esses resultados foram contrários às considerações de Nascimento e West (1998) que afirmaram que, para sementes condicionadas a quantidade de plântulas emersas é maior, mesmo em presença de microrganismos que causam o tombamento da plântula.

São poucos os trabalhos que relacionam o condicionamento fisiológico das sementes com a germinação das sementes e emergência das plântulas em relação aos patógenos de solo. Rush (1991) pesquisou sementes de beterraba açucareira e comparou os diversos tipos de condicionamento com a germinação das sementes e emergência da plântula em solo infestado por *Pythium ultimum* e observou que o condicionamento fisiológico favoreceu o estabelecimento da plântula, em função da rapidez e uniformidade de emergência da plântula em detrimento do desenvolvimento do patógeno. Também Osburn e Schroth (1988) verificaram que o condicionamento das sementes reduziu o tombamento das plântulas, causado por fungos de solo, devido a diminuição da quantidade de nutrientes liberadas pelas sementes de beterraba açucareira.

Tabela 8 – Plântulas emersas (%) no teste de emergência em solo infestado com *Rhizoctonia solani*, primeira (EPR₁) e segunda épocas (EPR₂), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes					
	1		2		3	
	EPR ₁ ^{**}	EPR ₂	EPR ₁ ^{**}	EPR ₂	EPR ₁ ^{**}	EPR ₂
Testemunha	29 b	24 c	13 b	9 b	9 c	9 c
F ₁ ⁽¹⁾	97 a	92 a	88 a	75 a	97 a	84 a
F ₂ ⁽²⁾	91 a	91 a	60 a	72 a	91 a	82 a
HC ⁽³⁾ +S ⁽⁴⁾	37 b	27 c	8 b	9 b	9 c	11 c
HC com F ₁ ⁽⁵⁾ +S	28 b	25 c	9 b	8 b	14 c	13 c
HC com F ₂ ⁽⁶⁾ +S	27 b	23 c	8 b	11 b	7 c	10 c
HC+S+F ₁ ⁽¹⁾	94 a	90 a	90 a	75 a	92 a	83 a
HC+S+F ₂ ⁽²⁾	86 a	84 b	71 a	72 a	82 b	77 b
F ₁ ⁽¹⁾ +HC+S	95 a	91 a	87 a	76 a	93 a	85 a
F ₂ ⁽²⁾ +HC+S	93 a	89 a	90 a	74 a	95 a	83 a
C.V.(%)	5,5	6,4	19,5	20,1	5,2	5,9

n.s., e ** não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott - Knott.

(1) Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

(2) Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

(3) Hidrocondicionamento com água

(4) Secagem

(5) Carboxina+ Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

(6) Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

Pelos resultados de germinação (Tabela 9) foi possível observar que somente na primeira época (G₁) e para as sementes do lote 1 não foram verificadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 9). Contudo, na segunda época (G₂) foram verificadas diferenças significativas, sendo que os resultados das sementes submetidas ao hidrocondicionamento seguido de secagem (HC+S) apresentaram valores inferiores aos dos demais tratamentos. Os resultados da aplicação dos fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M, incorporados à água de hidrocondicionamento (HC com F₁+S e HC com F₂+S), foram inferiores aos dos demais tratamentos, mas similar aos da testemunha. Tal fato reafirma a hipótese de que parte dos ingredientes ativos aplicada ficou retida no papel, uma vez que os resultados foram inferiores aos dos demais tratamentos com fungicidas.

Resultados superiores foram verificados para as sementes do lote 1, na segunda época (G_2), em relação à testemunha, para aplicação de fungicidas às sementes (F_1 e F_2) e para o condicionamento fisiológico associado à utilização de fungicidas ($HC+S+F_1$, $HC+S+F_2$, F_1+HC+S e F_2+HC+S), ou seja, manutenção da germinação das sementes em função da aplicação do fungicida. Entretanto, como não foram observadas diferenças significativas para os resultados dos tratamentos correspondentes à aplicação dos fungicidas (F_1 e F_2) e ao condicionamento fisiológico, associado à aplicação dos fungicidas antes (F_1+HC+S e F_2+HC+S) ou após ($HC+S+F_1$ e $HC+S+F_2$) o hidrocondicionamento, significa que a germinação das sementes tratadas com fungicidas não beneficiou-se do hidrocondicionamento.

No geral (Tabela 9), houve correspondência entre os resultados da germinação e da sanidade (Tabelas 6 e 7), justificando as diferenças obtidas, ou seja, a maior incidência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. foi associada à redução da germinação para as sementes submetidas ao hidrocondicionamento e, em seguida, secas ($HC+S$). Como resultado da aplicação dos fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M, incorporados à água de hidrocondicionamento (HC com F_1+S e HC com F_2+S), houve a redução da germinação e o aumento da incidência desses patógenos, comprovando a limitação da disponibilidade do ingrediente ativo para as sementes.

Para as sementes do lote 2, na primeira época (G_1), Tabela 9, os valores de germinação indicaram que os resultados do hidrocondicionamento seguido de secagem ($HC+S$) foram estatisticamente inferiores aos dos demais tratamentos. Também foi observado que o fungicida Carboxina+Tiram, incorporado à água de hidrocondicionamento (HC com F_1+S) na primeira época (G_1), apresentou resultados similares aos dos melhores tratamentos. Nesse caso, é possível que o fungicida Carboxina+Tiram mesmo que retido no papel tenha controlado o *Penicillium* (Tabela 7) e contribuído para a redução das anormalidade das plântulas.

Na segunda época (G_2), para as sementes do lote 2, o hidrocondicionamento seguido de secagem ($HC+S$) originou os piores resultados, que foram similares aos dos tratamentos com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M, incorporados à água de hidrocondicionamento (HC com F_1+S e HC com F_2+S),

reafirmando a inadequação desses tratamentos. Além disso, o hidrocondicionamento das sementes seguido de secagem e tratamento com o fungicida Fludioxonil+Metalaxyl-M (HC+S+F₂) não teve a mesma eficiência se comparado aos resultados das sementes dos lotes 1, segunda época (G₁), e 2, na primeira época (G₂). Portanto, nesse caso, mesmo com a aplicação do fungicida Fludioxonil+Metalaxyl-M após o hidrocondicionamento não foi possível manter os valores de germinação das sementes próximos aos obtidos para os melhores tratamentos.

Para as sementes do lote 3, na primeira época (G₁), Tabela 9, não houve diferenças significativas entre os resultados das tratadas com os fungicidas, aplicados depois (HC+S+F₁ e HC+S+F₂) ou antes (F₁+HC+S e F₂+HC+S) do condicionamento fisiológico, quando comparado com os das tratadas com fungicidas (F₁ e F₂) e com os da testemunha. Os resultados das sementes tratadas com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporados à água de hidrocondicionamento (HC com F₁+S e HC com F₂+S) foram superiores apenas ao tratamento de hidrocondicionamento seguido de secagem (HC+S). Na segunda época (G₂), para as sementes do lote 3, os resultados referentes à aplicação do Carboxina+Tiram, depois do condicionamento fisiológico (HC+S+F₁) e antes do condicionamento fisiológico (F₁+HC+S), foram superiores aos dos demais tratamentos.

Os resultados evidenciaram que há relação entre a eficiência dos fungicidas e o nível de qualidade das sementes, destacando os benefícios da aplicação dos produtos para as sementes do lote 2, classificadas como as de qualidade inferior, nas duas épocas, e para as dos lotes 1 e 3, após três meses de armazenamento. Esses resultados foram similares aos relatados por Borelli et al. (1978) e Miranda e Souza (1980), que destacaram o efeito benéfico dos fungicidas para sementes de soja que têm qualidade inferior.

Foi verificado também que a redução da germinação das sementes, principalmente daquelas submetidas ao hidrocondicionamento seguido de secagem, tenha sido causada, provavelmente, pelo aumento das injúrias mecânicas resultante do condicionamento fisiológico das sementes, especialmente das que não foram tratadas com fungicidas (HC+S), devido à colonização de microrganismos como *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. (Tabelas 6 e 7). Aliás, Armstrong e McDonald (1992) já haviam

relatado que há redução da germinação de sementes de soja submetidas ao osmocondicionamento seguido de secagem, devido a alteração da integridade do tegumento.

Além do aumento das injúrias mecânicas associado ao hidrocondicionamento, outro fato observado foi que, como as sementes possuíam muitos fungos inicialmente (Tabela 3) e o papel utilizado para a condução do teste de germinação se mantém em contato com a semente durante todo o período do teste, houve o favorecimento do desenvolvimento do fungo no interior dos rolos de papel no teste de germinação aumentando as infecções das plântulas, principalmente naqueles tratamentos sem aplicação de fungicidas (Figura 6b), em comparação com as plântulas originadas pelas sementes tratadas com fungicidas (Figura 6a). Henning e França Neto (1980) verificaram que, dependendo da forma de colonização dos microrganismos no tegumento das sementes, durante o teste de germinação conduzido entre papel, o contato do papel com o tegumento causa redução da germinação, por favorecer o desenvolvimento dos fungos.

Figura 6 - Plântulas de soja classificadas como: normal (a) e anormal(b) no oitavo dia após a instalação do teste de germinação

Assim, de modo geral (Tabela 9), os dados evidenciaram que o hidrocondicionamento seguido de secagem (HC+S) proporcionou decréscimo

significativo da germinação das sementes em relação aos do tratamento testemunha. Quando os fungicidas foram aplicados antes (F_1 +HC+S e F_2 +HC+S) ou após (HC+S+ F_1 e HC+S+ F_2) o condicionamento fisiológico os resultados superaram os da testemunha, principalmente devido à ação dos fungicidas, com exceção dos tratamentos nos quais o fungicida permaneceu retido no papel durante a aplicação dessa técnica (HC com F_1 +S e HC com F_2 +S). Não houve alteração da germinação das sementes tratadas com fungicidas (F_1 e F_2) em relação às que os fungicidas foram aplicados antes (F_1 +HC+S e F_2 +HC+S) ou após (HC+S+ F_1 e HC+S+ F_2) o condicionamento fisiológico, indicando que não houve efeito do condicionamento fisiológico para a germinação das sementes tratadas com fungicidas. Resultados similares a esse foram relatados por Braccini et al. (1997a) que não observaram diferenças de germinação entre as sementes da testemunha e as condicionadas em solução osmótica contendo o fungicida Tiram. Vasquez (1995), Puteh, TeKrony e Egli (1995) e Beckert, Miguel e Marcos Filho (2000) também verificaram que a germinação das sementes de soja condicionadas foi similar a das sementes não condicionadas.

Bradford (1986) e Parera e Cantliffe (1994) afirmaram que, pelo fato do teste de germinação ser conduzido em condições ideais, os efeitos do condicionamento fisiológico podem ser nulos, no entanto, há benefícios para a germinação das sementes, quando as condições de ambiente são adversas. Opinião semelhante foi descrita por Braccini et al. (1997a).

Tabela 9 – Germinação (%), primeira (G₁) e segunda épocas (G₂), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes					
	1		2		3	
	G ₁ ^{n.s.}	G ₂ ^{**}	G ₁ ^{**}	G ₂ ^{**}	G ₁ ^{**}	G ₂ ^{**}
Testemunha	89	88 b	82 b	80 b	92 a	84 c
F ₁ ⁽¹⁾	94	97 a	94 a	95 a	95 a	97 a
F ₂ ⁽²⁾	94	96 a	92 a	92 a	94 a	96 a
HC ⁽³⁾ +S ⁽⁴⁾	92	74 c	70 c	54 d	68 c	66 d
HC com F ₁ ⁽⁵⁾ +S	91	86 b	88 a	75 c	82 b	82 c
HC com F ₂ ⁽⁶⁾ +S	94	87 b	84 b	72 c	82 b	81 c
HC+S+F ₁ ⁽¹⁾	96	95 a	92 a	90 a	92 a	95 a
HC+S+F ₂ ⁽²⁾	96	92 a	88 a	80 b	88 a	89 b
F ₁ ⁽¹⁾ +HC+S	94	94 a	95 a	91 a	96 a	96 a
F ₂ ⁽²⁾ +HC+S	96	97 a	92 a	87 a	92 a	87 b
C.V.(%)	5,8	5,3	5,8	7,0	7,1	4,8

^{n.s.}, * e ** não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

⁽¹⁾ Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

⁽²⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

⁽³⁾ Hidrocondicionamento com água

⁽⁴⁾ Secagem

⁽⁵⁾ Carboxina+Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

⁽⁶⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

Em relação à porcentagem de plântulas normais obtidas na primeira contagem do teste de germinação (Tabela 10), foi possível observar que, nas duas épocas (PC₁ e PC₂) e para os três lotes (1, 2 e 3), houve alteração dos resultados em função dos tratamentos aplicados.

Na primeira época (PC₁), as sementes do lote 1 que foram submetidas ao condicionamento fisiológico, independentemente do momento de aplicação dos fungicidas (HC+S+F₁, HC+S+F₂, F₁+HC+S e F₂+HC+S), apresentaram resultados superiores aos das sementes não condicionadas (Testemunha, F₁ e F₂), hidrocondicionadas e, em seguida, secas (HC+S) e tratadas com os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporados à água do hidrocondicionamento (HC com F₁+S e HC com F₂+S).

Embora as variações dos resultados entre as épocas não tenham sido analisadas estatisticamente, é evidente a alteração da qualidade das sementes de alguns tratamentos entre as épocas, o que possibilitou destacar algumas diferenças entre os tratamentos. Tanto as sementes do tratamento testemunha quanto às submetidas ao hidrocondicionamento e, em seguida, secas (HC+S) apresentaram valores significativamente inferiores na primeira contagem do teste de germinação. No entanto, valores estatisticamente superiores para esse parâmetro foram verificados para as sementes tratadas com fungicidas e, em seguida, submetidas ao hidrocondicionamento e à secagem (F_1 +HC+S e F_2 +HC+S) e sementes hidrocondicionadas, secas e tratadas com Carboxina+Tiram (HC+S+ F_1). Essa superioridade da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação foi considerada como efeito exclusivo do condicionamento fisiológico, como pode ser verificado pela comparação entre os resultados das sementes tratadas apenas com os fungicidas (F_1 e F_2) e com as tratadas com fungicidas e condicionadas (F_1 +HC+S e F_2 +HC+S).

Os resultados das sementes do lote 3, na primeira época PC₁, Tabela 10, para a primeira contagem do teste de germinação foram inferiores para o tratamento referente ao hidrocondicionamento e secagem (HC+S), sendo esse resultado inferior aos demais. Quando os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M foram incorporados à água de hidrocondicionamento (HC com F_1 +S e HC com F_2 +S) os resultados superaram apenas os das sementes hidrocondicionadas e, em seguida, secas (HC+S). A ausência de resposta dos tratamentos Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporados à água de hidrocondicionamento (HC com F_1 +S e HC com F_2 +S) reafirma a hipótese de que parte do fungicida ficou retido no papel utilizado para o hidrocondicionamento, quando o fungicida foi aplicado nas sementes por meio da água de condicionamento fisiológico.

Na segunda época (PC₂), Tabela 10, para as sementes do lote 3, os resultados do tratamento com Carboxina + Tiram, seguido de hidrocondicionamento e secagem (F_1 +HC+S), superaram os dos demais tratamentos estudados, com os piores resultados para os tratamentos de hidrocondicionamento seguido de secagem (HC+S) e o

fungicida Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporado à água de hidrocondicionamento (HC com F_2+S).

No geral (Tabela 10), foi possível verificar que o hidrocondicionamento associado a aplicação dos fungicidas, antes (F_1+HC+S e F_2+HC+S) ou após ($HC+S+F_1$, $HC+S+F_2$) o condicionamento fisiológico, favoreceu o aumento do número de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, principalmente para as sementes previamente tratadas com os fungicidas (F_1+HC+S e F_2+HC+S), sendo, inclusive, superiores aos resultados das sementes tratadas apenas com os fungicida sem hidrocondicionamento (F_1 e F_2), revelando os benefícios do condicionamento fisiológico para esse parâmetro. Ainda deve ser ressaltado que as sementes tratadas com o fungicida Carboxina + Tiram e, em seguida, hidrocondicionadas e secas (F_1+HC+S , em alguns casos das sementes do lote 2, PC_1 , e 3, PC_2) tiveram resultados superiores para primeira contagem do teste de germinação em relação às tratadas com Fludioxonil+Metalaxyl-M e, em seguida, hidrocondicionadas e secas (F_2+HC+S).

Também foi verificado que a utilização de solução de fungicidas o hidrocondicionamento (HC com F_1+S e HC com F_2+S) não resultou em incrementos de plântulas normais na primeira contagem de germinação, sendo esses resultados inferiores aos das sementes tratadas com fungicidas e, em seguida, hidrocondicionadas e secas (F_1+HC+S e F_2+HC+S) e aos das hidrocondicionadas, secas e tratadas com fungicidas ($HC+S+F_1$, $HC+S+F_2$).

A avaliação de primeira contagem pode ser considerada eficiente para a avaliação do vigor, uma vez que as sementes mais vigorosas germinam mais rapidamente e originam plântulas mais desenvolvidas na data da primeira contagem de germinação (NAKAGAWA, 1999). Dessa forma, para os resultados de primeira contagem do teste de germinação foi considerado que o hidrocondicionamento das sementes acelerou o processo de germinação quando as sementes foram tratadas com os fungicidas, antes (F_1+HC+S e F_2+HC+S) ou após ($HC+S+F_1$ e $HC+S+F_2$) o condicionamento fisiológico, favorecendo o desenvolvimento das plântulas.

Algumas pesquisas têm demonstrado que há incremento da velocidade de germinação das sementes, avaliado pela primeira contagem do teste de germinação, similar aos resultados encontrados nesta pesquisa (Tabela 10). Lima e Marcos Filho

(2010) trabalhando com sementes de pepino observaram acréscimo no número de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação. Também, Peske e Novembre (2010), verificaram para alguns lotes de sementes de milho que há incremento na primeira contagem de germinação. Porém, contrastando com esses resultados, Braccini et al. (1997a) não observaram diferenças dos resultados da primeira contagem do teste de germinação entre as sementes submetidas ao condicionamento osmótico com fungicida e as sem condicionamento fisiológico.

De acordo com Black, Bewley e Halmer (2006) o condicionamento fisiológico resulta em aumento da velocidade de germinação das sementes, uma vez que ocorrem algumas alterações metabólicas e celulares que favorecem a germinação rápida das sementes, confirmando os resultados dessa pesquisa.

Tabela 10 – Primeira contagem do teste de germinação (%), primeira (PC₁) e segunda épocas (PC₂), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes					
	1		2		3	
	PC ₁ ^{n.s.}	PC ₂ ^{**}	PC ₁ ^{**}	PC ₂ ^{**}	PC ₁ ^{**}	PC ₂ ^{**}
Testemunha	84 b	79 c	66 c	67 b	84 a	81 c
F ₁ ⁽¹⁾	84 b	86 b	82 b	82 a	88 a	87 b
F ₂ ⁽²⁾	86 b	86 b	82 b	83 a	89 a	88 b
HC ⁽³⁾ +S ⁽⁴⁾	90 b	72 c	53 d	49 c	52 c	61 e
HC com F ₁ ⁽⁵⁾ +S	88 b	85 b	70 c	71 b	70 b	70 d
HC com F ₂ ⁽⁶⁾ +S	88 b	87 b	70 c	69 b	66 b	65 e
HC+S+F ₁ ⁽¹⁾	96 a	94 a	84 b	84 a	88 a	90 b
HC+S+F ₂ ⁽²⁾	96 a	89 b	77 b	77 b	84 a	86 b
F ₁ ⁽¹⁾ +HC+S	92 a	93 a	89 a	90 a	94 a	95 a
F ₂ ⁽²⁾ +HC+S	94 a	94 a	81 b	84 a	86 a	87 b
C.V.(%)	4,8	6,0	5,1	7,2	7,3	4,4

^{n.s.}, e ^{**} não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott - Knott.

⁽¹⁾ Carboxina+ Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

⁽²⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

⁽³⁾ Hidrocondicionamento com água

⁽⁴⁾ Secagem

⁽⁵⁾ Carboxina+ Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

⁽⁶⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

Os resultados referentes ao teste de envelhecimento acelerado (Tabela 11) possibilitaram detectar diferenças entre a qualidade das sementes dos tratamentos de todos os lotes e em todas as épocas de avaliação. Com exceção do lote 2, segunda época (EA₂), todos os tratamentos constituídos de sementes que foram submetidas ao hidrocondicionamento sem proteção antifúngica (HC+S) apresentaram resultados inferiores aos da testemunha, sendo que a deterioração das sementes hidrocondicionadas e, em seguida, secas superou também a das sementes dos demais tratamentos. Na avaliação das sementes submetidas ao hidrocondicionamento e, em seguida, secas (HC+S) foi constatado o aumento do número de plântulas anormais em relação à quantidade de sementes mortas, pois a atuação conjunta das condições do teste de envelhecimento acelerado com o maior inóculo inicial de microrganismos (Tabelas 6 e 7) contribuíram para o aumento da anormalidade das plântulas.

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado para as sementes do lote 1, primeira época (EA₁), Tabela 11, foram superiores para as sementes tratadas com Carboxina+Tiram, hidrocondicionadas e secas (F₁+HC+S) e as hidrocondicionadas, secas e tratadas com Carboxina+Tiram (HC+S+F₁). Desse modo, a eficiência do fungicida à base de Carboxina+Tiram superou a do Fludioxonil+Metalaxyl-M, pois os resultados dos tratamentos F₂+HC+S e HC+S+F₂ foram inferiores aos dos tratamentos correspondentes em que as sementes foram tratadas com Carboxina+Tiram (F₁+HC+S e HC+S+F₁).

Para as sementes dos lotes 2, primeira época (EA₁), e 3, segunda época (EA₂), os resultados da aplicação prévia do fungicida Carboxina+Tiram seguida do hidrocondicionamento e da secagem das sementes (F₁+HC+S) foram superiores aos dos demais tratamentos. Ao comparar esses resultados aos das sementes da testemunha haveria dúvida se o resultado foi influenciado pelo hidrocondicionamento ou pela aplicação do fungicida nas sementes, contudo, ao comparar os resultados das sementes apenas tratadas com Carboxina+Tiram (F₁) com as tratadas com Carboxina+Tiram seguido do hidrocondicionamento e secagem das sementes (F₁+HC+S) o efeito do fungicida foi eliminado e é, então, possível afirmar que a superioridade do número de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado foi devido ao hidrocondicionamento.

Os resultados de algumas pesquisas indicaram que o condicionamento das sementes, seguido ou não da secagem, tem efeitos evidentes quando o ambiente é desfavorável como, por exemplo, condições de estresses induzidas por temperaturas sub ou supra-ótimas, déficit hídrico ou elevada salinidade do meio (BRADFORD, 1986; EIRA; MARCOS FILHO, 1990; GIÚDICE; REIS, 1999). No caso do teste de envelhecimento acelerado, a deterioração causada nas sementes permitiu que as sementes tratadas e submetidas ao condicionamento fisiológico expressassem os benefícios dessa técnica em relação aos demais tratamentos.

Apesar das sementes não terem sido avaliadas quanto às condições bioquímicas, para as sementes tratadas com Carboxina+Tiram e submetidas ao hidrocondicionamento (F_1 +HC+S), os resultados sugerem que, além do controle eficiente de microrganismos (Tabela 6 e 7), houve a ativação de mecanismos de reparo, que não foram suficientes para alterar os resultados do teste de germinação (Tabela 9), mas que influenciaram o vigor das sementes, conforme observado para envelhecimento acelerado. Com base nessa inferência vários trabalhos atestam os benefícios decorrentes do condicionamento fisiológico, como acréscimos na síntese e atividade de enzimas, na intensidade de síntese de RNA, na produção de ATP e na atividade respiratória (TRIGO; NEDEL; TRIGO, 2000; COPELAND; McDONALD, 2001; CHOJNOWSKI; CORBINEAU; COME, 1997).

Tabela 11 – Envelhecimento acelerado (%), primeira (EA₁) e segunda épocas (EA₂), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes					
	1		2		3	
	EA ₁ ^{**}	EA ₂ ^{**}	EA ₁ ^{**}	EA ₂ ^{**}	EA ₁ ^{**}	EA ₂ ^{**}
Testemunha	56 c	53 c	39 c	23 c	50 c	52 c
F ₁ ⁽¹⁾	75 b	68 b	59 b	50 b	79 a	61 b
F ₂ ⁽²⁾	80 b	67 b	61 b	45 b	82 a	61 b
HC ⁽³⁾ +S ⁽⁴⁾	35 d	33 d	12 d	17 c	27 d	35 d
HC com F ₁ ⁽⁵⁾ +S	55 c	55 c	27 c	23 c	37 d	41 d
HC com F ₂ ⁽⁶⁾ +S	58 c	60 c	26 c	28 c	44 c	48 c
HC+S+F ₁ ⁽¹⁾	86 a	72 b	59 b	47 b	82 a	57 b
HC+S+F ₂ ⁽²⁾	73 b	65 b	57 b	43 b	67 b	59 b
F ₁ ⁽¹⁾ +HC+S	85 a	82 a	81 a	66 a	89 a	76 a
F ₂ ⁽²⁾ +HC+S	78 b	82 a	60, b	57 a	83 a	61 b
C.V.(%)	5,5	10,1	7,8	14,2	7,3	9,6

n.s., * e ** não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

⁽¹⁾ Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

⁽²⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

⁽³⁾ Hidrocondicionamento com água

⁽⁴⁾ Secagem

⁽⁵⁾ Carboxina+Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

⁽⁶⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

Os resultados relacionados à emergência da plântula (Tabela 12) que apresentaram variações significativas foram os da segunda época (EPA₂), para as sementes dos lotes 2 e 3. No primeiro caso as sementes tratadas com os fungicidas antes (F₁+HC+S e F₂+HC+S) ou depois (HC+S+F₁ e HC+S+F₂) do hidrocondicionamento apresentaram resultados superiores aos dos demais tratamentos e, inclusive, diferiram dos resultados dos tratamentos em que foram aplicados os fungicidas (F₁ e F₂), isolando o efeito do condicionamento e destacando o benefício do hidrocondicionamento.

No teste de emergência da plântula, a germinação da semente e o desenvolvimento da plântula ocorrem em ambientes com possíveis adversidades e, geralmente, os resultados relacionados às sementes classificadas como vigorosas superam aos das sementes de menor vigor. Nessa pesquisa, as sementes tratadas

com os fungicidas antes (F_1+HC+S e F_2+HC+S) ou depois ($HC+S+F_1$ e $HC+S+F_2$) do hidrocondicionamento, lote 2 segunda época (Tabela 12), apresentaram os melhores resultados, mostrando os benefícios do hidrocondicionamento para a emergência da plântula. Khan (1992) afirmou que o condicionamento osmótico tem sido eficiente para a germinação das sementes e a emergência das plântulas, especialmente em condições ambientais adversas para esses processos.

Porém, para as sementes do lote 3, segunda época, os resultados das sementes tratadas com os fungicidas antes (F_1+HC+S e F_2+HC+S) ou depois ($HC+S+F_1$ e $HC+S+F_2$) do hidrocondicionamento não diferiram dos resultados das sementes tratadas apenas com os fungicidas (F_1 e F_2), assim, não é possível confirmar o benefício do condicionamento fisiológico para a emergência das plântulas originadas dessas sementes. Dessa forma, foi identificada a relação entre os efeitos do condicionamento fisiológico e a qualidade das sementes, pois a emergência das plântulas originadas das sementes de qualidade inferior (lote 2) foi favorecida pelo hidrocondicionamento quando comparada à emergência das plântulas originadas das sementes de qualidade superior (lotes 1 e 3).

Bradford, Steiner e Trawatha (1990) já haviam relatado essa relação entre o vigor das sementes e o condicionamento fisiológico das sementes, destacando que sementes de qualidade inferior são favorecidas pela aplicação dessa técnica. Por outro lado, Lima e Marcos Filho (2010) obtiveram benefícios do condicionamento fisiológico para sementes de pepino classificadas como de médio e alto vigor, justificando que as sementes de vigor baixo necessitam de mais tempo para reorganizarem as membranas. No entanto, Marcos Filho (2005) afirmou que o condicionamento fisiológico não tem efeito para sementes de alto vigor.

Tabela 12 – Emergência das plântulas de soja (%), primeira (EPA₁) e segunda épocas (EPA₂), cv. MSOY 7908, sementes dos lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes					
	1		2		3	
	EPA ₁ ^{n.s.}	EPA ₂ ^{n.s.}	EPA ₁ ^{n.s.}	EPA ₂ ^{**}	EPA ₁ ^{n.s.}	EPA ₂ [*]
Testemunha	89	88	85	79 b	89	76 b
F ₁ ⁽¹⁾	91	91	96	77 b	96	87 a
F ₂ ⁽²⁾	87	88	93	78 b	93	87 a
HC ⁽³⁾ +S ⁽⁴⁾	93	86	84	73 b	91	73 b
HC com F ₁ ⁽⁵⁾ +S	94	85	88	77 b	91	76 b
HC com F ₂ ⁽⁶⁾ +S	93	86	88	81 b	93	81 b
HC+S+F ₁ ⁽¹⁾	92	87	94	90 a	95	85 a
HC+S+F ₂ ⁽²⁾	93	90	90	86 a	96	83 a
F ₁ ⁽¹⁾ +HC+S	95	88	95	84 a	97	90 a
F ₂ ⁽²⁾ +HC+S	94	89	93	83 a	95	87 a
C.V.(%)	7,5	4,95	8,6	5,1	7,2	8,2

^{n.s.}, * e ** não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

⁽¹⁾ Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

⁽²⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

⁽³⁾ Hidrocondicionamento com água

⁽⁴⁾ Secagem

⁽⁵⁾ Carboxina+Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

⁽⁶⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

Para o índice de velocidade de germinação (Tabela 13) foram verificadas diferenças nas duas épocas (IVG₁ e IVG₂) para as sementes de baixo vigor (lote 2) e na segunda época (IVG₂) para as sementes de vigor médio (lote 3).

Para as sementes do lote 2, na primeira época (IVG₁), os resultados do IVG foram superiores apenas para os tratamentos com fungicidas (F₁ e F₂) e sementes que receberam o fungicida antes (F₁+HC+S e F₂+HC+S) ou depois (HC+S+F₁ e HC+S+F₂) do hidrocondicionamento. Também, foi observado que os resultados dos tratamentos correspondentes às sementes sem fungicidas (testemunha e hidrocondicionadas e, em seguida, secas, HC+S) e os dos tratamentos em que foram utilizados os fungicidas Carboxina+Tiram e Fludioxonil+Metalaxyl-M incorporados à água de hidrocondicionamento (HC com F₁+S e HC com F₂+S), foram inferiores aos demais. Desse modo, na primeira época, a superioridade do índice de velocidade de

germinação foi efeito exclusivo do tratamento de sementes e não do hidrocondicionamento, uma vez que os resultados referentes à aplicação dos fungicidas (F_1 e F_2) foram similares aos das sementes tratadas antes (F_1+HC+S e F_2+HC+S) ou depois ($HC+S+F_1$ e $HC+S+F_2$) do hidrocondicionamento. Porém, para a segunda época, lote 2, as sementes que receberam o fungicida antes (F_1+HC+S e F_2+HC+S) ou depois ($HC+S+F_1$ e $HC+S+F_2$) do hidrocondicionamento apresentaram resultados superiores aos dos demais tratamentos, inclusive, aos dos tratamentos com fungicidas (F_1 e F_2), atestando o benefício do hidrocondicionamento.

Para o lote 3, segunda época, houve apenas efeito do fungicida sobre o índice de velocidade de germinação, pois os resultados dos tratamentos com fungicidas (F_1+HC+S , F_2+HC+S , $HC+S+F_1$ e $HC+S+F_2$) foram similares aos das sementes tratadas apenas com os fungicidas (F_1 e F_2). Assim, os dados evidenciaram novamente as vantagens da utilização do hidrocondicionamento para as sementes de qualidade inferior (lote 2) por terem se destacado em relação aos resultados das sementes do lote 3.

A determinação do índice de velocidade de germinação é frequentemente utilizada pelos tecnólogos de sementes pois classifica, a partir de diferenças de velocidade de germinação, as sementes quanto ao vigor (NAKAGAWA, 1999). Os resultados obtidos para esse parâmetro nessa pesquisa evidenciaram que o índice foi maior devido à aplicação dos fungicidas (lotes 2 e 3, primeira e segunda época respectivamente) e, dependendo da qualidade das sementes, pode ser influenciado também pela técnica de hidrocondicionamento (lote 2, segunda época).

Diversos resultados de pesquisas têm destacado os efeitos benéficos do condicionamento fisiológico de sementes em relação ao índice de velocidade de germinação. Giurizatto et al. (2008), para sementes de soja, obtiveram índice de velocidade de germinação superior, tanto para as sementes hidrocondicionadas e avaliadas imediatamente após a utilização dessa técnica como para as que foram armazenadas. Braccini et al. (1999) verificaram, também, que sementes de soja osmocondicionadas (PEG 6000) apresentaram desempenho superior para o índice de velocidade de germinação, quando comparadas com as da testemunha e as hidratadas diretamente em água. Esse efeito não é exclusivo para as sementes da espécie *Glycine*

max, pois resultados benéficos têm sido observados para sementes de outras espécies (CASEIRO et al., 2004; NASCIMENTO; ARAGÃO, 2004), principalmente para as de vigor menor, em alguns casos (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2009).

A obtenção de resultados favoráveis para a velocidade de germinação das sementes é coerente pois, de acordo com Bradford (1986), quando as sementes são submetidas ao condicionamento fisiológico uma série de reações são ativadas visando preparar as sementes para a germinação, acelerando esse processo.

Tabela 13 – Índice de velocidade de germinação, primeira (IVG₁) e segunda épocas (IVG₂), de sementes de soja cv. MSOY 7908, lotes 1, 2 e 3, com ou sem o hidrocondicionamento, associado ou não à aplicação dos fungicidas

Tratamentos	Lotes					
	1		2		3	
	IVG ₁ ^{n.s.}	IVG ₂ ^{n.s.}	IVG ₁ [*]	IVG ₂ ^{**}	IVG ₁ ^{n.s.}	IVG ₂ [*]
Testemunha	9,4	8,1	8,5 b	7,3 b	9,1	7,4 b
F ₁ ⁽¹⁾	9,5	8,5	9,9 a	7,5 b	10,5	8,5 a
F ₂ ⁽²⁾	9,0	8,5	9,6 a	7,2 b	10,0	8,9 a
HC ⁽³⁾ +S ⁽⁴⁾	9,9	8,7	8,5 b	7,3 b	9,8	7,1 b
HC com F ₁ ⁽⁵⁾ +S	9,7	8,2	9,0 b	7,7 b	9,8	7,4 b
HC com F ₂ ⁽⁶⁾ +S	9,9	8,4	9,0 b	7,3 b	10,0	7,7 b
HC+S+F ₁ ⁽¹⁾	9,8	8,6	9,9 a	9,2 a	10,5	8,7 a
HC+S+F ₂ ⁽²⁾	9,9	8,7	9,8 a	8,8 a	10,3	8,5 a
F ₁ ⁽¹⁾ +HC+S	9,9	8,4	9,7 a	8,5 a	10,5	8,4 a
F ₂ ⁽²⁾ +HC+S	10,1	8,5	9,5 a	8,5 a	10	8,5 a
C.V.(%)	4,3	4,6	5,9	5,0	5,4	4,5

^{n.s.}, e ^{*} não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

⁽¹⁾ Carboxina+Tiram (50g+50g de i.a. por 100kg de sementes)

⁽²⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (2,5g+1,0g de i.a por 100kg de sementes)

⁽³⁾ Hidrocondicionamento com água

⁽⁴⁾ Secagem

⁽⁵⁾ Carboxina+Tiram (solução de 0,6g + 0,6g de i.a por 100 mL)

⁽⁶⁾ Fludioxonil+Metalaxyl-M (0,025g + 0,01g de i.a por 100 mL)

A avaliação geral dos resultados, das análises dessa pesquisa, evidenciou que o hidrocondicionamento não favoreceu a quantidade de plântulas normais de soja normais obtidas no teste de germinação. No entanto, foram observados benefícios do hidrocondicionamento em relação ao vigor das sementes pois, essa técnica favoreceu a

velocidade de germinação das sementes e a germinação sob condição de estresse, como é o caso dos resultados do teste de envelhecimento acelerado, o condicionamento fisiológico favoreceu a germinação das sementes.

Além disso, os resultados das análises evidenciaram também que a eficiência do hidrocondicionamento pode ser diferenciada em função da qualidade das sementes dos lotes avaliados, uma vez que as sementes de qualidade inferior (lote 2) foram favorecidas pelo condicionamento fisiológico. Com relação aos fungicidas utilizados, em alguns dos resultados, foi constatado que Fludioxonil+Metalaxyl-M associado ao hidrocondicionamento não foi eficiente para a manutenção da qualidade das sementes e, portanto, não deve ser utilizado para o condicionamento fisiológico.

3 CONCLUSÃO

A aplicação de fungicidas nas sementes de soja é essencial para a utilização do hidrocondicionamento; o momento ideal para manutenção da qualidade de sementes é o tratamento das sementes antes do condicionamento fisiológico com o fungicida Carboxina+Tiram.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, H.; McDONALD, M.B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybeans seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 20, n. 3, p. 391-400, 1992.
- BECKERT, O.P.; MIGUEL, M.H.; MARCOS FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 671-675, 2000.
- BERJAK, P. Stored seeds: The problems caused by micro-organisms (with particular reference to the fungi). In: NASSER, L.C.; WETZEL, M.M.; FERNANDES, J.M. **Advanced international course on seed pathology**. Passo Fundo: ABRATES, 1987. p. 38-50.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York; London: Plenum Press, 1994. 367 p.
- BLACK, M.; BEWLEY, J.D.; HALMER, P. (Ed). **The encyclopedia of seeds. science, technology and uses**. Wallingford: CAB International, 2006. 828 p.
- BORELLI, A.; CARVALHO, N.M.; BARRETO, M.; FERNANDES, N.G.; KRONKA, S.N. Efeito do tratamento fungicida em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) de diferentes níveis de vigor sobre a emergência e vigor das plântulas. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 4, n. 7, p. 123-127, 1978.
- BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 71-79, 1997a.
- _____. Influência do processo de hidratação-desidratação na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 80-87, 1997b.
- BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, 1999.
- BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.
- BRADFORD, K.J.; STEINER, J.J.; TRAWATHA, S.E. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 3, p. 718-721, 1990.

BRASIL. Instrução normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005: Padrão para produção e comercialização de sementes de soja. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005. n. 243, Seção 1, p.2.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399 p.

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

CASEIRO, R.F.; BENNETT, M.A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 32, n. 2, p. 365-375, 2004.

CHOJNOWSKI, M.; CORBINEAU, F.; COME, D. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 7, n. 4, p. 323-331, 1997.

CHRISTENSEN, C.M.; KAUFMANN, H.H. Deterioration of stored grains by fungi. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 3, n. 1, p. 69-84, 1965

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. Massachusetts: Kluwer Academic, 2001. 488 p.

DELOUCHE, J.C. Physiology of seed storage. In: CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 23., 1968, Washington. **Proceedings...** Washington: American Seed Trade Association, 1968. p. 83-90.

_____. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, Pelotas, v. 6, n. 6, p. 24-31, 2002.

DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. **InfoStat versión 2011**. Córdoba: Grupo InfoStat; FCA; Universidad Nacional de Córdoba, 2011.

EIRA, M.T.S.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de alface. II. Desempenho sob estresses hídrico, salino e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 28-45, 1990.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil: sistema de produção**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 2008. 262 p. (Sistemas de Produção, 13).

FINCH-SAVAGE, W.E.; GRAY, D.; DICKSON, G.M. The combined effects of osmotic priming with plant growth regulator and fungicide soaks on the seed quality of five bedding plant species. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 19, n. 2, p. 495-503, 1991.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1984. 39 p. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; YORINORI, J.T. **Caracterização dos problemas de fitotoxicidade de plântulas de soja devido ao tratamento de sementes com fungicida Rhodiarum 500 SC, na safra 2000/01**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 2000. 20 p. (Circular Técnica, 27).

GIUDICE, M.P.; REIS, M.S. Efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de dois cultivares de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 46, n. 266, p. 435-444, 1999.

GIURIZATTO, M.I.K. **Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao hidrocondicionamento**. 2006. 46 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2006.

GIURIZATTO, M.I.K.; ROBAINA, A.D.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao hidrocondicionamento. Maringá, **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 5, p. 711-717, 2008.

GRIFFIN, H.D. **Fungal physiology**. 2nd ed. New York: Wiley-Liss, 1994. 458 p.

HAMPTON, J.M.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.

HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B. Problemas na avaliação da germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* sp. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 3, p. 9-22, 1980.

HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P. **Recomendação do tratamento químico de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1981. 9 p. (Comunicado Técnico, 12).

KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Reviews**, New York, v. 14, p. 131–181, 1992.

KIKUTI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 240-245, 2009.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Agregando valor à semente de soja. **Seed News**, Pelotas, v. 7, n. 5, p. 22-27, 2003.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 2004. 4 p. (Circular Técnica, 37).

KRZYŻANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P. Tecnologias que valorizam a semente de soja. **Seed News**, Pelotas, v. 10, n. 6, p. 22-27, 2006.

LAM-SANCHEZ, A.; VELOSO, E.J. Efeito do espaçamento e da densidade de plantio, sobre várias características agrônômicas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), variedade "Viçoja" em Jaboticabal, SP. **Científica**, Jaboticabal, v. 2, n. 2, p. 137-148, 1974.

LIMA, L.B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 138-147, 2010.

LUZ, W.C. **Diagnose e controle de doenças da espiga de milho no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA, CNPT, 1995. 28 p. (Circular Técnica, 5).

MACHADO, J.C. Patologia de sementes: significado e atribuições. In: CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 522-588.

MAEDA, J.A.; LAGO, A.A.; GERIN, M.A.N. Tratamentos com fungicidas no comportamento de sementes de amendoim. **Bragantia**, Campinas, v. 1, n. 54, p. 103-111, 1995.

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

MARCHI, J.L.; MENTEN, J.O.M.; MORAES, M.H.D.; CICERO, S.M. Relação entre danos mecânicos, tratamento fungicida e incidência de patógenos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 351-358, 2006.

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

McDONALD, M.B. Seed priming. In: BLACK, M.; BEWLEY, J.D. (Ed.). **Seed technology and its biological basis**. Sheffield: Sheffield Academic Press, 2000. p. 287-325.

MENTEN, J.O.M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: _____. (Ed.). **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. p. 203-224.

MILLS, J.T. Insects-fungus associations influencing seed deterioration. **Phytopathology**, St. Paul, v. 73, n. 2, p. 330-335, 1983.

MIRANDA, T.R.; SOUZA, F.A. Efeito do tratamento com fungicida thiabendazol na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 35-42, 1980.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

NASCIMENTO, W.M.; ARAGÃO, F.A.S. Condicionamento osmótico de sementes de melão: absorção de água e germinação sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 153-157, 2002.

NASCIMENTO, W.M.; WEST, S.H. Microorganism growth during muskmelon seed priming. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 26, n. 2, p. 531-534, 1998.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: Macmillan, 1979. 839 p.

OSBURN, R.M.; SCHROTH, M.N. Effect of osmopriming sugar beet seed on exudation and subsequent damping-off caused by *Pythium ultimum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 78, n. 9, p. 1246-1250, 1988.

PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Presowing seed priming. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**, New York: John Wiley, 1994. v. 16, p. 109-141.

PESKE, F.B.; NOVENBRE, A.D.L.C. Condicionamento fisiológico de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 132-142, 2010.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2. ed. Pelotas: Ed. UFPel, 2006. p. 140-224.

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

PUTEH, A.B.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.E. Influence of temperature and water uptake on the expression of cotyledon necrosis in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 23, n. 3, p. 739-748, 1995

RUSH, C.M. Comparison of seed priming techniques with regard to seedling emergence and *Pythium* damping-off in sugar beet. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, n. 8, p. 878-882, 1991.

TILDEN, R.L.; WEST, S.H. Reversal of the effects aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 77, n. 3, p. 584-586, 1985.

TRIGO, M.F.O.O.; NEDEL, J.L.; TRIGO, L.F.N. Alterações isoenzimáticas em sementes de cebola sob condicionamento osmótico. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 5, n. 1, p. 170-183, 2000

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P.I.M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p. 267-298.

VAZQUEZ, G.H. **Condicionamento fisiológico de sementes de soja**: efeitos sobre a germinação, vigor e potencial de armazenamento. 1995. 138 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

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

WARREN, J.A.; BENNET, M.A. Seed hydration using the drum priming system. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 7, p. 1220-1221, 1997.

_____. Bio-osmopriming tomato seeds improved stand establishment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 27, n. 2, p. 489-499, 1999.