

CAMILLA ATSUMI ZANUNCIO SEDIYAMA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRÉ-CONDICIONAMENTO DE
SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE
MATURIDADE EM TRÊS ÉPOCAS DE COLHEITA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do
título de *Magister Science*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008**

CAMILLA ATSUMI ZANUNCIO SEDIYAMA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRÉ-CONDICIONAMENTO DE
SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE
MATURIDADE EM TRÊS ÉPOCAS DE COLHEITA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do
título de *Magister Science*.

APROVADA: 22 de fevereiro de 2008.

Prof. Tuneo Sedyama
(Co-orientador)

Prof^ª. Denise Cunha F. S. Dias
(Co-orientadora)

Prof. Paulo Roberto Cecon

Prof. Valterley Soares Rocha

Prof. Múcio Silva Reis
(Orientador)

Aos meus pais,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar meus caminhos.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Múcio Silva Reis, pela dedicada orientação, sempre segura, pela amizade e pelos ensinamentos.

À professora Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias, pelos conselhos, pelas sugestões e pela amizade.

Ao professor José Cola Zanuncio e à pesquisadora Teresinha Vinha Zanuncio, pelos conselhos desde a graduação.

Aos professores Tuneo Sedyama, Tocio Sedyama, Gilberto Chohaku Sedyama e, em especial, ao professor Carlos Sigueyuki Sedyama, pelo exemplo de vida, pelo estímulo intelectual, pela atenção, pelos valiosos aconselhamentos e pelo apoio constante.

Aos demais professores do Departamento de Fitotecnia, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Laboratório de Melhoramento de Soja e Pesquisa de Sementes: Adílio Pinto da Silva, José Bernardino Luiz Pires, José Custódio da Silva, José Cupertino Pinheiro, Paulo Afonso Paiva e Paulo Daniel Fontes, pela amizade, dedicação e eficiente ajuda na realização deste trabalho.

À Mara Rodrigues e Vicente Madaleno dos Santos, pela presteza e pelo apoio constantes.

Aos amigos de Viçosa, do Curso de Agronomia e de Pós-Graduação em Fitotecnia, com os quais tive o prazer e a felicidade de conviver.

A meus pais, Carlos Sigueyuki Sedyama e Elizabete Zanuncio Sedyama, por tudo que são, pelo amor incondicional, pelo carinho e exemplo de vida.

A meus irmãos, André Kiyomitsu e Ricardo Yukihiro, pela grande amizade e pelos constantes estímulos.

Às minhas cunhadas, Catarina e Bárbara, pelo incentivo e pela amizade.

Ao meu sobrinho, Antônio Yuto, pela alegria.

Ao meu afilhado, Klaus Zanuncio Protil, pela amizade e pelo carinho.

À vovó Marta, pelo amor e exemplo de trabalho; e aos avós Antônio, Yuto e Sumie, pelas lembranças de coragem, pela alegria e por suas histórias de sucesso na educação dos filhos, diante de todas as adversidades.

À Maria Benedita Caetano, pela ternura e dedicação.

Aos meus familiares, pela união e solidariedade.

Ao meu namorado André Luís de Araújo, pelo amor e carinho, pela amizade e compreensão.

Enfim, o meu reconhecimento e a minha gratidão a todos aqueles que, de alguma forma, auxiliaram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CAMILLA ATSUMI ZANUNCIO SEDIYAMA, filha de Carlos Sigureyuki Sedyama e Elizabete Zanuncio Sedyama, nasceu no dia 13 de maio de 1982 em Ponte Nova, no Estado de Minas Gerais.

Cursou o Primeiro Grau na Escola Normal Nossa Senhora do Carmo em Viçosa, Minas Gerais. Participou do *Youth Exchange Program* do Rotary Internacional, por um ano na cidade de Kashima, no estado de Saga, Japão, e concluiu o Segundo Grau no Colégio Ângulo de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais em 2000.

Em 2006, concluiu o curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, recebendo o título de Engenheira Agrônoma.

Em maio de 2006, iniciou, na Universidade Federal de Viçosa, o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, submetendo-se à defesa de dissertação em 22 de fevereiro de 2008.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
I. EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA EM ÁGUA E EM SOLUÇÃO OSMÓTICA DE POLIETILENO GLICOL 6000, E GERMINAÇÃO DAS SEMENTES OSMOCONDICIONADAS	5
SUMMARIZE.....	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONCLUSÕES	18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
II. VIABILIDADE E VIGOR, AVALIADOS PELO TESTE DE TETRAZÓLIO, E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA COLHIDAS EM TRÊS ÉPOCAS E SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO OSMÓTICO	21
SUMMARIZE.....	22
1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAL E MÉTODOS	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4. CONCLUSÕES	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
III. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA, EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA, APÓS CONDICIONAMENTO OSMÓTICO	40
SUMMARIZE.....	41
1. INTRODUÇÃO	42
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47

4. CONCLUSÕES	54
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

RESUMO

SEDIYAMA, Camilla Atsumi Zanuncio, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008. **Qualidade fisiológica e pré-condicionamento de sementes de cultivares de soja de diferentes grupos de maturidade em três épocas de colheita.** Orientador: Múcio Silva Reis. Co-orientadores: Carlos Siqueyuki Sedyama, Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias, José Cola Zanuncio e Tuneo Sedyama

A utilização de sementes de qualidade na semeadura de uma lavoura de soja é fundamental para garantir o rápido e adequado estabelecimento do estande. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Sementes dos cultivares com diferentes grupos de maturidade: Confiança (semi-precoce), UFV-16 (médio), Splendor (médio), Garantia (semi-tardio), UFVS 2005 (semi-tardio) e UFV-18 (tardio) foram multiplicadas no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. A colheita das plantas de cada cultivar foi realizada no estádio R8 e aos 15 e 30 dias após este estádio. Amostras de sementes de cada cultivar, por época de colheita e repetição, foram submetidas ao condicionamento osmótico em solução de polietileno glicol (PEG 6000), com potencial osmótico ajustado para -0,8 MPa, com 0,2 % de fungicida Captan, em temperatura de 20 °C, por 96 horas. Sementes não condicionadas foram utilizadas como testemunha. As curvas de embebição das sementes não condicionadas em água e em solução de PEG 6000 foram determinadas. A viabilidade e o vigor das mesmas foram avaliadas pelo teste de tetrazólio; e a germinação e o vigor das sementes com os seguintes testes: germinação (primeira contagem - PC e contagem final - TG), velocidade de emergência das plântulas no campo e em leito de areia, emergência das plântulas no campo e em leito de areia e condutividade elétrica. A velocidade de embebição e a umidade das sementes dos seis cultivares de soja em solução de PEG 6000, nas três épocas de colheita, foram menores que com água destilada. Os cultivares apresentaram comportamento diferenciado com o retardamento de colheita reduzindo a germinação e o vigor das sementes. O condicionamento osmótico, com solução de PEG 6000, melhorou a qualidade fisiológica das sementes de todas as épocas da colheita, principalmente na

época R8+30 dias, ou seja, aquelas com maior grau de deterioração, o que pode ser promissor para aumentar a germinação e o vigor das sementes danificadas pela umidade. As classes 1 e 2 e o somatório destas foram coerentes com o vigor (1 a 3), a viabilidade (1 a 5) e a percentagem de germinação das sementes com o teste de tetrazólio. O somatório das classes 1 e 2 e a avaliação do vigor pelo somatório das classes 1 a 3, no teste de tetrazólio, podem constituir informação adicional na interpretação do vigor de sementes. Todos os caracteres estudados foram correlacionados entre si.

ABSTRACT

SEDIYAMA, Camilla Atsumi Zanuncio, M.Sc., Federal University of Viçosa, February 2008. **Physiologic quality and pre-conditioning of soybean seeds cultivars with different maturity groups in three harvesting times.** Advisor: Múcio Silva Reis. Co-advisors: Carlos Sigueyuki Sedyama, Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias, José Cola Zanuncio and Tuneo Sedyama

The use of quality seeds in soybean plantations is fundamental to guarantee fast and appropriate establishment of the stand. The objective of this work was to evaluate the physiologic quality of soybean seeds harvested in three times and submitted to the osmotic conditioning. Seeds of the soybean cultivars with different maturity groups: Confiança (semi-precocious), UFV-16 (medium), Splendor (medium), Warranty (semi-late), UFVS 2005 (semi-late) and UFV-18 (late) were multiplied in the Experimental Field Prof. Diogo Alves de Mello of the Department of Fitotecnia of the Federal University of Viçosa in an experimental design in casualized blocks with four replications. Harvesting of plants of each cultivar was done at the R8 stage and at 15 and 30 days after this stage. Seed samples of each cultivar, per crop time and replication, were submitted to the osmotic conditioning in a polyethylene glycol solution (PEG 6000) with osmotic potential fitted at -0,8 MPa with 0.2% of the Captan fungicide at the temperature of 20 °C during 96 hours. Non conditioned seeds were used in the control. The curves of soaking of non conditioned seeds in water and in the PEG 6000 solution were evaluated. Their viability and energy were evaluated with the tetrazoil test; and the germination and energy of seeds with the following tests: germination (first counting - PC and final counting - TG), emergency speed of seedlings in the field and in sand bed, emergency of seedlings in the field and in sand bed and electric conductivity. The soaking speed and humidity of seeds of the six soybean cultivars in the PEG 6000 solution of the three harvesting times were lower than with distilled water. The cultivars presented differences between them and behavior with harvesting retardation with reduced germination and energy of seeds. The osmotic conditioning with PEG 6000 solution improved physiologic quality of seeds obtained in all harvesting times, mainly at the time R8+30 days which had larger deterioration degree. These tests can be promising to increase germination and to evaluate energy of seeds damaged by humidity. The classes 1 and 2 and their sums were coherent with the energy (1 to 3), viability (1 to

5) and percentage of seed germination based on the tetrazoil test. The sum of classes 1 and 2 and the evaluation of energy by the sum of classes 1 to 3 with tetrazoil test can constitute additional information to interpret seed energy. All characters studied were correlated between themselves.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ocupa lugar de destaque na pauta de exportações do Brasil e em importância socioeconômica (Embrapa Soja, 2004). A área dessa cultura foi de 22,23 milhões de hectares com produção de 55 milhões de toneladas na safra 2005/06 (Agrianual, 2007). A maior parte da produção brasileira da soja se destina ao mercado externo, sendo seu preço influenciado pelo mercado internacional. O Brasil é o segundo maior produtor e exportador de soja, participando com 25,7% da produção mundial e 48,2% do total exportado (Agrianual, 2007). Os estados do Mato Grosso e Paraná produziram quase 50% da produção nacional de soja, sendo o restante produzido nos estados do Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Distrito Federal e Bahia (Dias, 2006; Agrianual, 2007).

O estabelecimento inadequado de plantas no campo pode limitar a produção de soja. A utilização de sementes de qualidade é fundamental para garantir o empreendimento agrícola. Isso justifica os esforços e investimentos em pesquisas para o emprego de sementes de alta qualidade com práticas culturais adequadas para proporcionar a obtenção de lavouras com estande desejado e alta produtividade (Krzyzanowski *et al.*, 1991).

Os fatores que determinam a qualidade de um lote de sementes para semeadura são de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (Popinigis, 1985). A qualidade das sementes tem sido objeto de pesquisas por estar sujeita a mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física após a maturação. A partir desse momento, alterações degenerativas começam a ocorrer, de modo que a qualidade fisiológica é mantida ou decresce, dependendo das condições ambientais no período que antecede a colheita, da condução dos processos de colheita, secagem e beneficiamento, e das condições de armazenamento (Delouche e Baskin, 1973; McDonald Jr., 1975).

A colheita da soja deve ser feita logo após a maturação fisiológica (Sediyama *et al.*, 1972). Entretanto, quando a colheita coincide com períodos chuvosos, as sementes podem se deteriorar. Esse problema pode não se manifestar em condições climáticas favoráveis, mas a ocorrência de chuvas ou orvalho, associada a altas temperaturas, diminui a qualidade das sementes, à medida que a colheita é retardada. Essas sementes são sensíveis à deterioração no campo até atingirem o teor de água

adequado para a colheita. No entanto, o nível de tolerância à deterioração no campo difere entre cultivares e ambientes. Condições climáticas, como alta temperatura e precipitação, são as mais importantes que o tempo de permanência da semente de soja no campo após a maturação fisiológica (Sediyama *et al.*, 1981). Isto tem levado à produção e rejeição de lotes de sementes com qualidade inferior aos padrões mínimos exigidos.

A utilização de técnicas para melhorar o vigor e o desempenho das sementes no campo permite o estabelecimento rápido e uniforme das plântulas. Tratamentos de sementes para melhorar o desempenho e a germinação destaca-se na pré-semeadura e envolvem a promoção do início do metabolismo de germinação (Heydecker e Coolbear, 1977).

O condicionamento osmótico, ou “priming”, tem grande eficácia para diminuir os problemas da rápida embebição das sementes. Este tratamento é baseado no controle da hidratação das sementes a uma taxa que ative os processos metabólicos pré-germinativos, mas iniba a emergência da radícula (Delouche e Baskin, 1973; Heydecker e Coolbear, 1977; Bradford, 1986; Armstrong e McDonald, 1992). Esta técnica melhora a emergência e promove o estabelecimento mais rápido e uniforme das plântulas (Heisel *et al.*, 1986; Lopes *et al.*, 1996; Braccini *et al.*, 1997 e 1999; Del Giúdice *et al.*, 1998, 1999a e 1999b; Nunes *et al.*, 2001, 2003, 2004a; 2004b). O condicionamento osmótico de sementes aumentou a produção de soja (Heisel *et al.*, 1986). Além disso, o tratamento de sementes com solução de polietileno glicol (PEG), apresentou maior capacidade competitiva dessa cultura com as plantas daninhas, melhorou a emergência das plântulas e acelerou o estabelecimento e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas, com reflexos na produtividade da cultura, comparado àquela de sementes não condicionadas (Nunes *et al.*, 2003).

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL, 2007. Anuário da Agricultura Brasileira. **Mercado & Perspectivas**. São Paulo-SP, 2007. 520p.
- ARMSTRONG, H.; McDONALD, M.B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich. v.20, n.3, p.391-400. 1992.
- 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**, Brasília, v.19, n.1, p.71-79, 1997.
- 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.1105-12, 1986.
- DEL GIÚDICE, M.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P.R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.16-24, 1998.
- DEL GIÚDICE, M.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P.R. Efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de dois cultivares de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.266, p.435-444, 1999a.
- DEL GIÚDICE, M.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P.R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico após armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.24, n.2, p.3-9, 1999b.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-52, 1973.
- DIAS, D.S. 2006. **Mercado & Perspectivas (Soja)**. Cenário melhora ao longo da safra 2005/06, mas preço em alta só no final da temporada. In: Agrianual 2006. p.433-436.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2005**. Londrina: Embrapa soja, 239p., 2004.
- HEISEL, D.G.; HEISEL, Z.R.; MINOR, H.C. Field studies on osmoconditioning soybeans. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.14, n.3, p.291-297, 1986.

- HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.5, n.2, p.353-425, 1977.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, 72p., 1991.
- LOPES, H.M.; FONTES, P.C.R.; MARIA, J.; CECON, P.R.; MALAVASI, M.M. Germinação e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) influenciados pelo período e temperatura de condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.173-179, 1996.
- McDONALD JR., M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**. Lansing, v.65, n.1, p.109-139, 1975.
- NUNES, U.R.; AMARAL, J.F.T.; SILVA, A.A.; REIS, M.S.; CECON, P.R. Condicionamento osmótico das sementes de soja e sua relação com a capacidade competitiva dessa cultura com a braquiária. **Revista Ceres**, Viçosa, v.275, n.48, p.1-16, 2001.
- NUNES, U.R.; SILVA, A.A.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja sobre a habilidade competitiva da cultura com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.27-35, 2003.
- NUNES, U.R.; REIS, M.S.; DEL GIÚDICE, M.P.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Embebição e qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico e condicionamento seguido de secagem. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.293, p.1-18, 2004a.
- NUNES, U.R.; REIS, M.S.; DEL GIÚDICE, M.P.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.294, p.163-177, 2004b.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- SEDIYAMA, C.S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A.; ESTÊVÃO, M. de M. Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. **Experientiae**, Viçosa, v.14, n.5, p.117-141. 1972.
- SEDIYAMA, T; SILVA, R.F.; THIÉBAUT, J.T.L.; REIS, M.S.; FONTES, L.A.N.; MARTINS, O. Influência da época de semeadura e do retardamento de colheita sobre a qualidade das sementes e outras características agronômicas das variedades de soja UFV-1 e UFV-2, em Capinópolis, MG. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2.,1981, **Anais...** EMBRAPA, v.1, p.645-659. 1981.

I. EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA EM ÁGUA E EM SOLUÇÃO OSMÓTICA DE POLIETILENO GLICOL 6000, E GERMINAÇÃO DAS SEMENTES OSMOCONDICIONADAS

RESUMO – A obtenção de sementes de alta qualidade é uma das etapas mais importantes para a cultura da soja ser economicamente viável. O objetivo deste trabalho foi avaliar a embebição das sementes de seis cultivares de soja, colhidas em diferentes épocas, em água e em solução osmótica de polietileno glicol 6000, e o efeito do condicionamento osmótico na germinação das sementes. Sementes das cultivares Confiança, UFV-16, Splendor, Garantia, UFVS 2005 e UFV-18 foram multiplicadas no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa, em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. A colheita das plantas de cada cultivar foi realizada no estágio R8 e aos 15 e 30 dias após este estágio. Amostras de sementes de cada cultivar, por época de colheita e repetição, foram submetidas ao condicionamento osmótico em solução de polietileno glicol (PEG 6000), com potencial osmótico ajustado para $-0,8$ MPa e $0,2\%$ do fungicida Captan, à temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 96 horas. Sementes não condicionadas foram utilizadas como testemunha. A curva de embebição das sementes não condicionadas em água e em solução de PEG 6000 foi determinada. A viabilidade das sementes de soja foi avaliada pelo teste de germinação. A velocidade de embebição e o grau de umidade das sementes das seis cultivares de soja em solução de PEG 6000, nas três épocas de colheita, foram menores que com água destilada. O comportamento diferenciado entre as cultivares com o retardamento de colheita mostrou que o condicionamento osmótico melhorou a percentagem de germinação das sementes das seis cultivares, nas três épocas de colheita, principalmente na época R8+30 dias, ou seja, aquelas com maior grau de deterioração.

Palavras-Chave: *Glycine max*, sementes, condicionamento osmótico, retardamento da colheita, embebição.

I. IMBEBITION OF SOYBEAN SEEDS OF CULTIVARS IN WATER AND POLYETHYLENE GLICOL 6000 OSMOTIC SOLUTION AND GERMINATION OF OSMOCONDITIONED SEEDS

SUMMARIZE. The obtaining of high quality seeds is one of the most important stages for the economic viability of soybean crop. The objective of this work was to evaluate the imbibition of seeds of six soybean cultivars harvested at different periods of time in water and on a polyethylene glycol 6000 osmotic solution and the effect of this osmotic conditioning on their germination. Seeds of the cultivars Confiança, UFV-16, Splendor, Garantia, UFVS 2005 and UFV-18 were multiplied in the Experimental field Prof. Diogo Alves de Mello of the Department of Fitotecnia in the Federal University of Viçosa in an experimental design in randomized blocks with four replications. Harvesting plants of each cultivar was done at the R8 stage and at 15 and 30 days after this stage. Seed samples of each cultivar, per crop time and replication, were submitted to the osmotic conditioning in a polyethylene glycol solution (PEG 6000) with potential osmotic fitted at -0,8 MPa and with 0.2% Captan fungicide at the temperature of 20 °C for 96 hours. Non conditioned seeds were used in the control. The curve of imbibitions of non conditioned seeds in water and in the PEG 6000 solution of was evaluated. The viability of soybean seeds was evaluated with the germination test. The embebition speed and the degree of seed humidity of the six soybean cultivars in the PEG 6000 solution for all three harvesting times were lower than in distilled water. The different behavior between the cultivars with harvesting time showed that the osmotic conditioning improved the germination of seeds of the six cultivars in the three harvesting time, mainly at R8+30 days, which showed higher deterioration degree.

Key-words: *Glycine max*, seeds, osmotic conditioning, harvesting retardation, osmotic conditioning.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja é objeto de intensa atividade de pesquisa para se aumentar a produtividade. A obtenção de sementes de alta qualidade é uma das etapas mais importantes para a cultura da soja ser, economicamente, viável (Rocha *et al.*, 1996).

A qualidade fisiológica das sementes é máxima na maturidade fisiológica, quando o peso de matéria seca, a germinação e o vigor geralmente atingem valores máximos. A partir desse ponto com alterações degenerativas, de modo que a qualidade fisiológica é mantida ou decresce, dependendo das condições ambientais que antecedem a colheita, da condução dos processos de colheita, secagem, beneficiamento e das condições de armazenamento (Delouche e Baskin, 1973; McDonald Jr., 1975). A colheita da soja deve ser feita logo após a maturação fisiológica, pois períodos chuvosos podem causar danos irreparáveis à qualidade dessas sementes (Sediyama *et al.*, 1972). Os problemas podem não se manifestar em condições climáticas favoráveis, mas a ocorrência de chuvas ou orvalho, associados a altas temperaturas, diminui a qualidade das sementes. As sementes de soja são sensíveis à deterioração no campo até atingirem o teor de água adequado para a colheita. O nível de tolerância à deterioração no campo difere entre cultivares e ambientes, porém este último e, principalmente, as condições climáticas, como alta temperatura e precipitação, são mais importantes que o tempo de permanência da semente no campo após a maturação fisiológica (Sediyama *et al.*, 1981). Este fato tem levado à produção e rejeição de lotes de sementes com qualidade inferior aos padrões mínimos exigidos.

A taxa de absorção de água pela semente aumentou com o retardamento da colheita (Vieira, 1980), indicando aumento na permeabilidade das membranas pelo processo da deterioração (Abdul-Baki e Anderson, 1972). A qualidade fisiológica de sementes de soja, colhidas em três épocas, a partir do estágio R8 (95 % de vagens maduras) mostrou que o retardamento da colheita aumentou a porcentagem de embebição e reduziu o vigor, a germinação e o índice de resistência ao enrugamento do tegumento das mesmas a partir do 21^o dia após a maturação (R8) (Rocha *et al.*, 1984).

A embebição é um tipo de difusão que ocorre quando as sementes absorvem água, sendo a primeira etapa de uma seqüência de eventos para a retomada do

desenvolvimento e crescimento do embrião no processo de germinação (Devlin, 1975).

As sementes podem absorver água por três modos: 1) pelo equilíbrio com vapor d'água da atmosfera; 2) pelo contato com um substrato úmido; e 3) pela imersão (Heydecker e Coolbear, 1977). As sementes, geralmente, possuem potencial hídrico reduzido em relação ao substrato em que germinam, o que provoca rápida entrada de água nos cotilédones, morte das células superficiais e, em determinadas situações, danos como grande vazamento dos solutos e diminuição da emergência de plântulas (Matthews e Powell, 1986). A velocidade com que a água penetra nos tecidos da semente parece ter papel decisivo no sucesso da germinação.

O condicionamento osmótico ou “priming” é uma técnica eficiente para diminuir os problemas da rápida embebição das sementes. Este tratamento é baseado no controle da hidratação das sementes a uma taxa que ative os processos metabólicos pré-germinativos, mas inibe a emergência da radícula (Bradford, 1986).

O condicionamento osmótico melhora a germinação e o vigor das sementes, além de permitir o estabelecimento mais rápido e uniforme das plântulas (Lopes *et al.*, 1996; Braccini *et al.*, 1997; Del Giúdice *et al.*, 1999; Nascimento, 2005). O processo de embebição das sementes osmocodicionadas, das cultivares Doko RC e Savana, colhidas na época R8, melhorou a qualidade fisiológica das mesmas (Nunes *et al.*, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a embebição de sementes de seis cultivares de soja, colhidas em diferentes épocas, em água e em solução osmótica de polietileno glicol 6000, e o efeito do condicionamento osmótico na germinação das sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A multiplicação das sementes de soja foi realizada no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello e a análise das mesmas no Laboratório de Melhoramento de Soja e Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais. Sementes de seis cultivares de soja com diferentes grupos de maturidade, foram produzidas: Confiança (semi-precoce), UFV-16 (médio), Splendor (médio), Garantia (semi-tardio), UFVS 2005 (tardio) e UFV-18 (tardio), no ano agrícola 2005/2006, em delineamento em blocos casualizados com

seis tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída por 10 fileiras com cinco metros de comprimento e espaçadas 50 cm entre si. O solo para o plantio foi preparado com uma aração e duas gradagens (sistema de preparo convencional); a adubação, as técnicas culturais e o controle fitossanitário foram feitos de acordo com as recomendações para a cultura da soja (Embrapa Soja, 2004).

As plantas de cada cultivar foram colhidas em três épocas: no estágio R8 (95% das vagens apresentando a coloração típica de vagem madura) e aos 15 e 30 dias após a primeira época para se diferenciar os níveis de vigor. Quatro fileiras por parcela foram colhidas na primeira época (estádio R8) e, três fileiras aleatoriamente, em cada uma das outras duas épocas.

As plantas foram trilhadas em máquina estacionária à medida que ocorreram as colheitas, e as sementes submetidas à secagem em condições naturais (ao sol), até apresentarem teores de água entre 11 e 12% (base úmida). As sementes foram acondicionadas em sacos de tecido de algodão e mantidas em câmara fria e seca, a 10 °C e 70% de umidade relativa do ar, até o início das avaliações em laboratório após passarem por processos de limpeza, separação manual e uniformização do tamanho, com auxílio de peneiras com crivo nº 13.

Os dados climáticos diários de precipitação e de temperaturas máxima, média e mínima, foram registrados durante o período de produção das sementes (Figuras 1 e 2). Os graus de umidade das sementes foram determinados após embebição em água destilada ou após condicionamento em solução de PEG 6000.

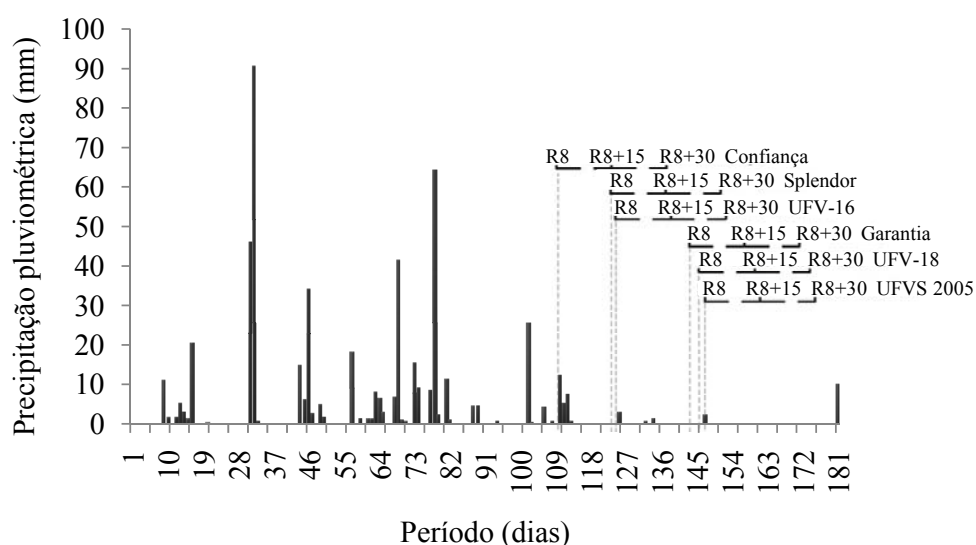


FIGURA 1 – Precipitação pluviométrica (mm) durante o período de multiplicação das sementes de soja no campo. Viçosa, Minas Gerais, 2006.

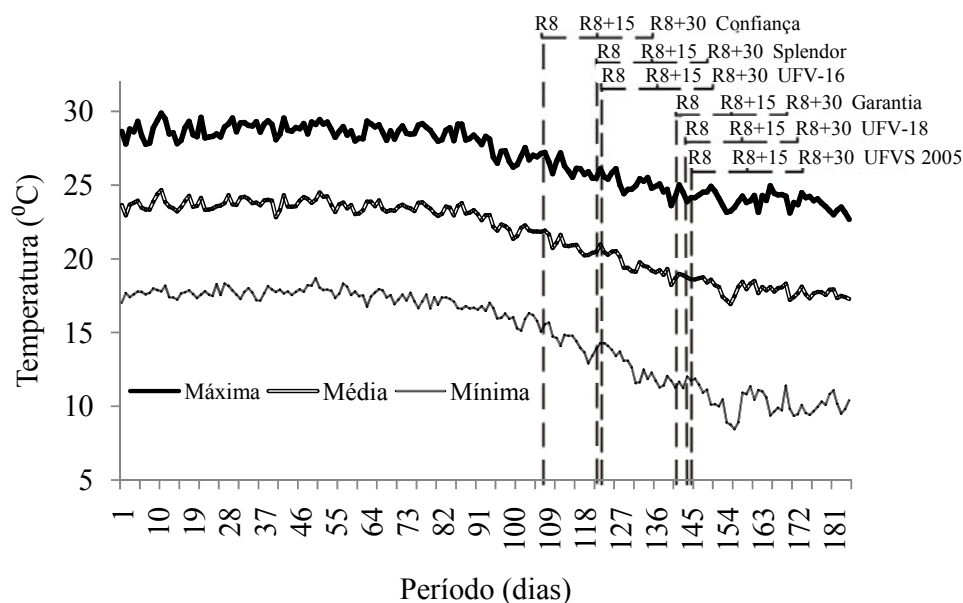


FIGURA 2 – Temperaturas máxima, média e mínima do ar (°C) durante o período de multiplicação das sementes de soja no campo. Viçosa, Minas Gerais, 2006.

A concentração de PEG 6000, para se obter o potencial osmótico da solução de condicionamento desejado de -0,8 MPa à temperatura de 20 °C, foi de 251,028 g/L de água desmineralizada, de acordo com a equação proposta por Michel e Kaufmann (1973):

$$\Psi_{os(atm)} = (1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^7) C^2T$$

em que: $\Psi_{os(atm)}$ = potencial osmótico; C= concentração (g/L); T= temperatura (°C);

Obs: 0,1 MPa= 1 atm.

O grau de umidade das sementes submetidas ao condicionamento em solução de PEG 6000 foi determinado após 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas de embebição. Amostras de 100 sementes por cultivar, época de colheita e repetição no campo, foram colocadas em recipientes plásticos do tipo *gerbox* com quatro folhas de papel-toalha (*germitest*), umedecidas com 30 mL da solução de PEG 6000, com 0,2 % do fungicida Captan, com potencial osmótico ajustado a -0,8 MPa. Os *gerbox*, com as sementes embebidas em solução de PEG 6000, foram colocados em estufa incubadora tipo B.O.D. à temperatura de 20 ± 1 °C (Del Giúdice, 1996; Braccini, 1996).

Cem sementes por cultivar, época de colheita e repetição, foram embebidas em água destilada e distribuídas sobre quatro folhas de papel-toalha, em caixas *gerbox*, umedecidas com 30 mL de água destilada, com 0,2 % de Captan. As caixas

gerbox foram colocadas em estufa incubadora tipo B.O.D., à temperatura de 20 ± 1 °C. O grau de umidade das sementes foi determinado após 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48 horas. A última avaliação do grau de umidade das sementes foi realizada quando cerca de 50% das mesmas haviam germinado (radícula com cerca de 1 mm), o que correspondeu ao período de 48 horas. As amostras foram pesadas, para determinação do grau de umidade, após cada período de embebição das sementes em solução de PEG 6000 ou água destilada. Essas amostras foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar, regulada a 105 ± 1 °C, por 24 horas (Brasil, 1992).

Sementes de cada cultivar, por época de colheita e repetição de campo não condicionadas ou após embebidas em solução de PEG 6000, por 96 horas (Del Giúdice, 1996; Braccini, 1996), foram avaliadas pelo teste de germinação (TG) com a contagem final no oitavo dia do teste de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais. Os teste foram montados logo após o condicionamento.

O experimento foi montado com parcelas subsubdivididas, tendo nas parcelas as cultivares; nas subparcelas, as épocas de colheita e, nas subsubparcelas, o condicionamento de sementes, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. As médias do fator qualitativo foram comparadas com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo. Os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão com o teste t, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2) e no fenômeno biológico a ser descrito. Os dados percentuais do teste de germinação foram, previamente, transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para as análises estatísticas e, posteriormente, destransformados para apresentação em tabela. O processamento dos dados foi realizado com o software SAS (Delwiche & Slaughter, 2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O padrão de embebição das sementes, em água ou PEG 6000 foram, de modo geral, semelhantes nas cultivares Confiança (semi-precoce), UFV-16 (médio), Splendor (médio), Garantia (semi-tardio), UFVS 2005 (tardio) e UFV-18 (tardio) em

todas as épocas de colheita (Figuras 3 a 8). A velocidade de embebição e o grau

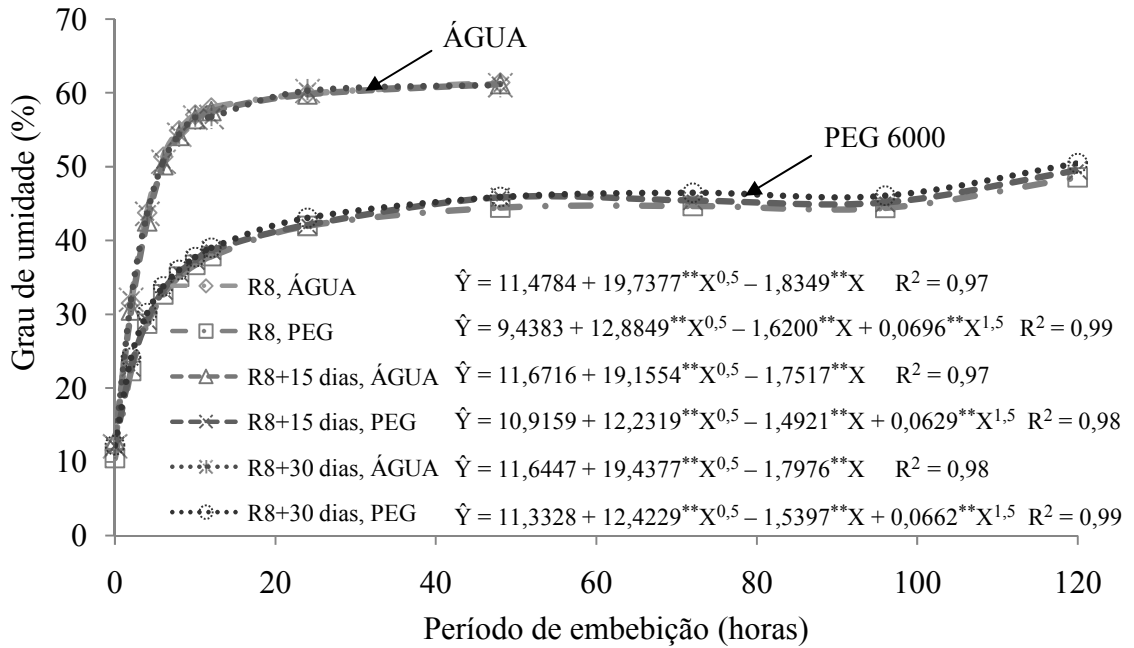


FIGURA 3 - Grau de umidade (%) das sementes de soja da cultivar Confiança, colhidas nas épocas R8, R8+15 dias e R8+30 dias, após diferentes períodos de embebição em água destilada e em solução de PEG 6000.

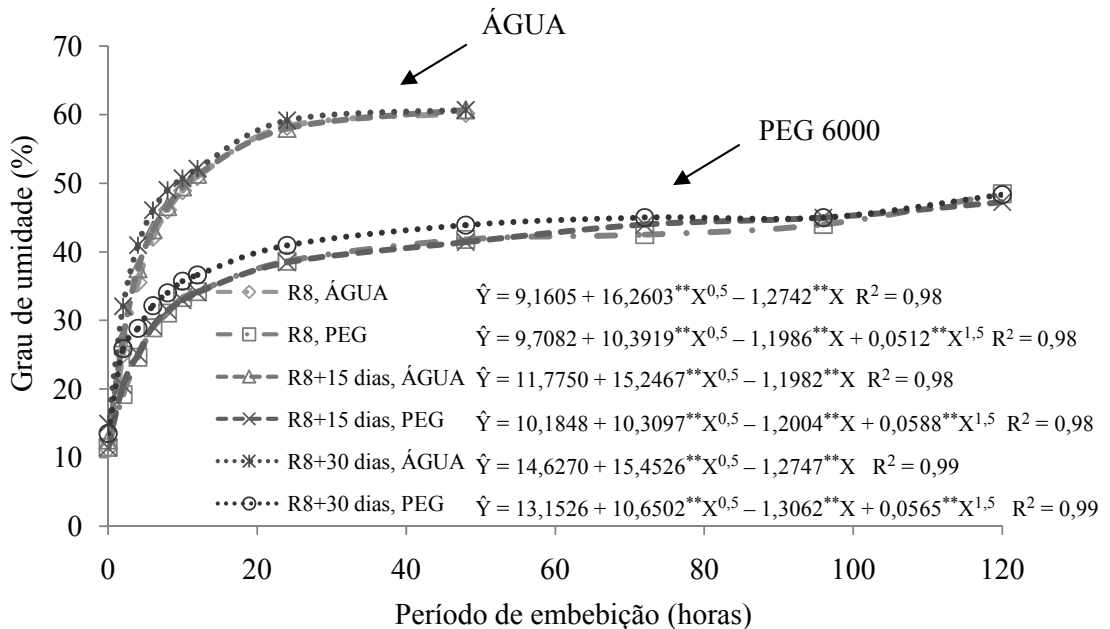


FIGURA 4 - Grau de umidade (%) das sementes de soja da cultivar UFV-16, colhidas nas épocas R8, R8+15 dias e R8+30 dias, após diferentes períodos de embebição em água destilada e em solução de PEG 6000.

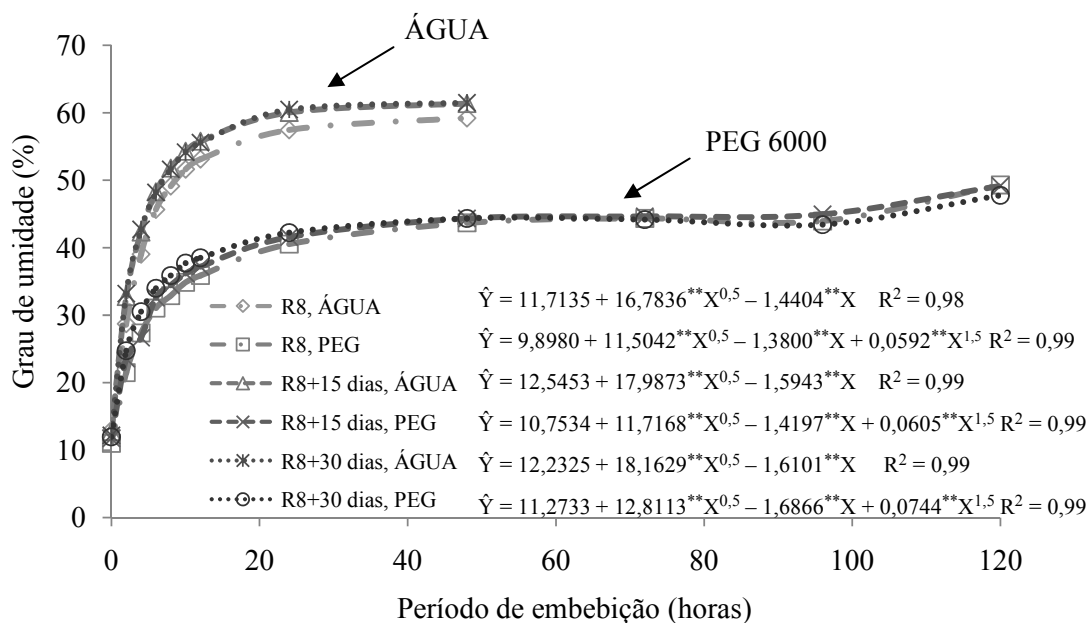


FIGURA 5 - Grau de umidade (%) das sementes de soja da cultivar Splendor, colhidas nas épocas R8, R8+15 dias e R8+30 dias, após diferentes períodos de embebição em água destilada e em solução de PEG 6000.

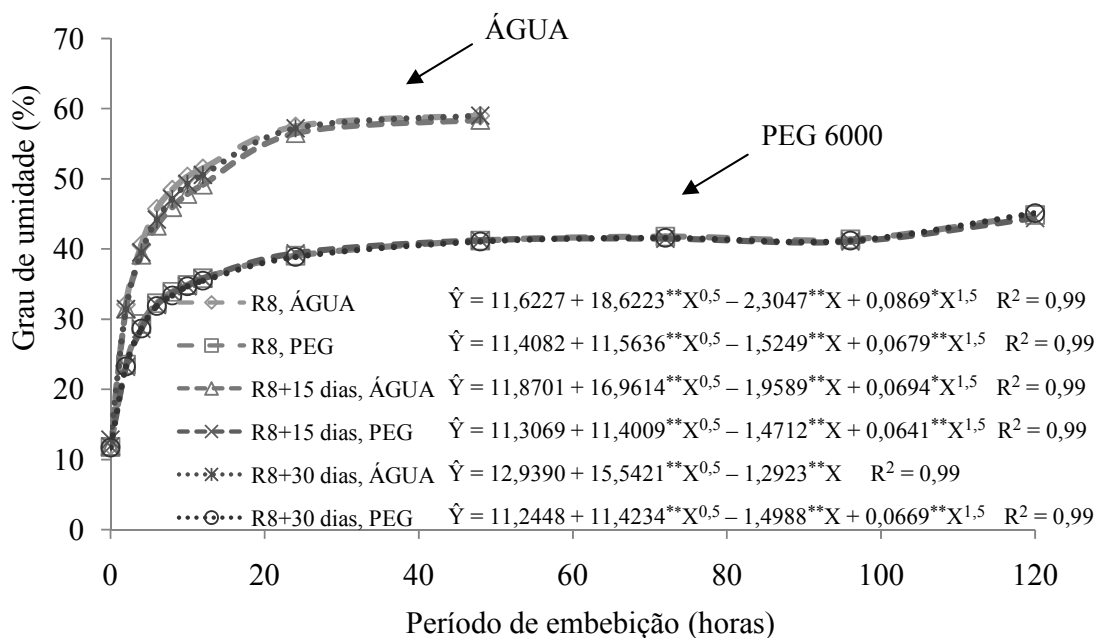


FIGURA 6 - Grau de umidade (%) das sementes de soja da cultivar Garantia, colhidas nas épocas R8, R8+15 dias e R8+30 dias, após diferentes períodos de embebição em água destilada e em solução de PEG 6000.

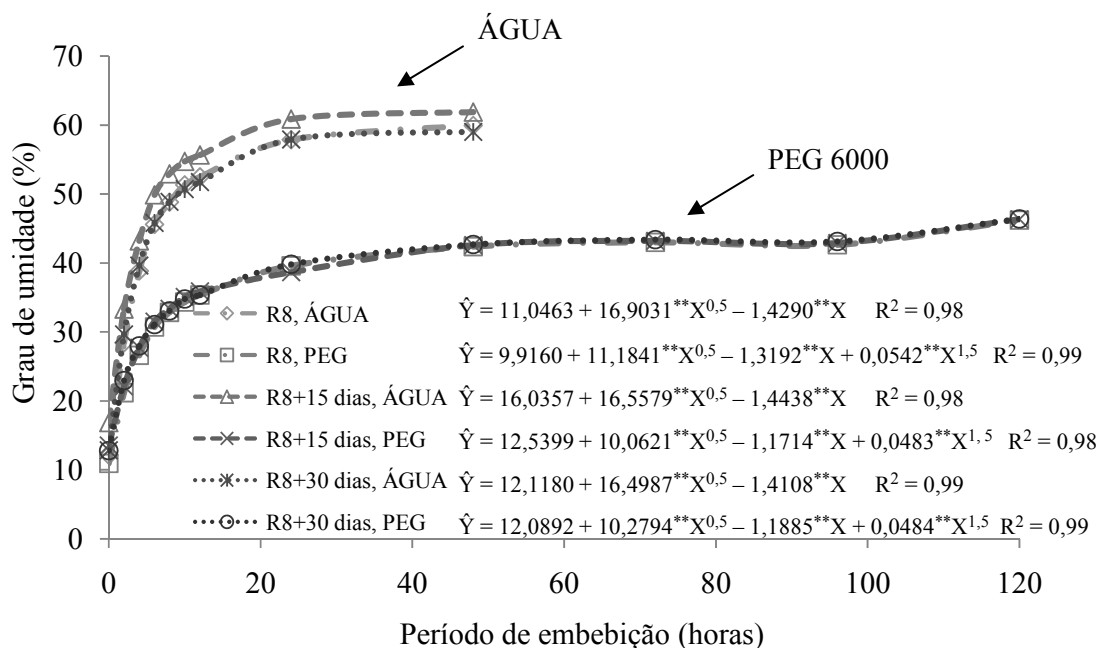


FIGURA 7 - Grau de umidade (%) das sementes de soja da cultivar UFVS 2005, colhidas nas épocas R8, R8+15 dias e R8+30 dias, após diferentes períodos de embebição em água destilada e em solução de PEG 6000.

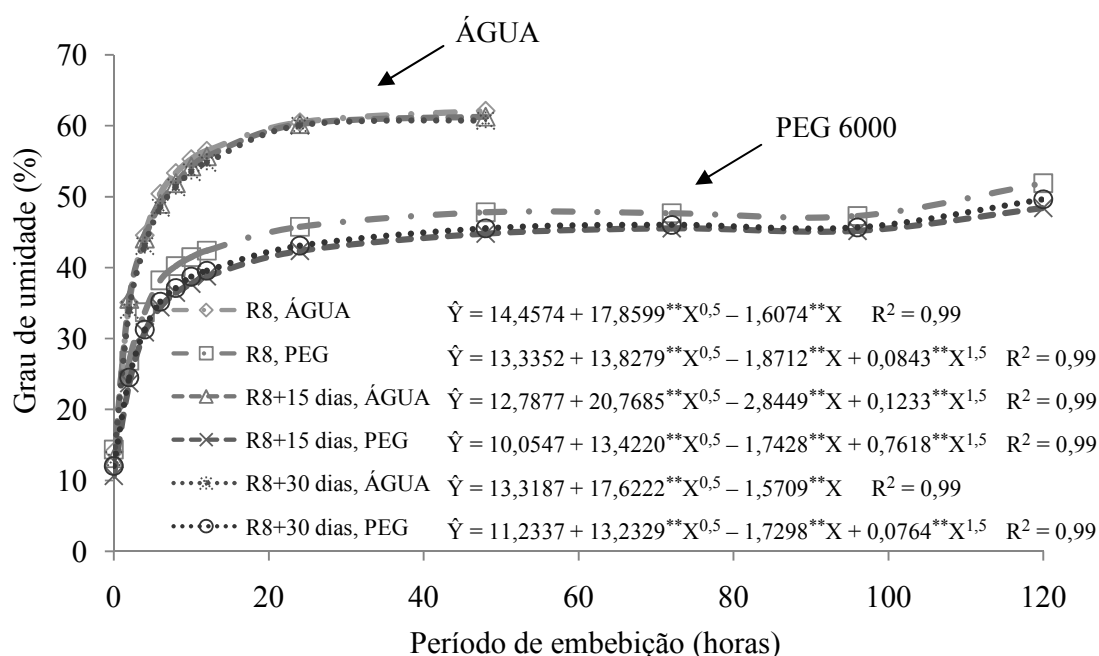


FIGURA 8 - Grau de umidade (%) das sementes de soja da cultivar UFV-18, colhidas nas épocas R8, R8+15 dias e R8+30 dias, após diferentes períodos de embebição em água destilada e em solução de PEG 6000.

de umidade atingido pelas sementes foi menor nas sementes embebidas em PEG 6000. Isto demonstra efetividade deste produto para restringir a absorção de água, como relatado para sementes de cebola (Lopes *et al.*, 1996) e soja (Nunes *et al.*, 2004).

O teor de água inicial das sementes, de todas as cultivares, variou entre 11 a 13%. Nas primeiras 12 horas, ocorreu rápida absorção de água pelas sementes, porém com menor intensidade de embebição em solução de PEG 6000. Após 12 horas de embebição, as sementes sobre papel umedecido com água destilada tiveram teor de água de 54%, superior ao observado para aquelas embebidas em solução de PEG 6000, que, após atingirem valor médio de 37%, apresentaram prolongamento da fase II de hidratação das sementes. A rápida embebição é denominada fase I, do processo de germinação das sementes, sendo consequência do reduzido potencial mátrico de sementes secas, que pode atingir valores de até -100 MPa e justificando a rápida hidratação das sementes mesmo em soluções osmóticas. A fase II se caracteriza por redução drástica da velocidade de hidratação e da intensidade de respiração, que dependem do potencial hídrico do substrato e da espécie considerada. Por sua vez, a protusão da raiz primária caracteriza a fase III de embebição (Bewley e Black, 1994).

O grau de umidade, atingido pelas sementes ao final do tratamento osmótico em solução de PEG 6000 por 96 horas, foi em média de 44%. A umidade final das sementes em água destilada (testemunha) foi de 60% correspondendo ao início da fase III, ou seja, quando cerca de 50% das mesmas haviam germinado (radícula com cerca de 1 mm), valor atingido após 48 horas de embebição, enquanto as sementes embebidas em solução de PEG 6000, não apresentaram até 120 horas a fase III (Nunes *et al.*, 2004). Essa fase foi atingida em torno de 100 horas no presente trabalho.

Os melhores ajustes da análise de regressão foram obtidos pelas equações raízes quadrática e cúbica. O comportamento da embebição das sementes de soja concorda com padrão mencionado anteriormente, de que o processo de embebição das sementes segue padrão trifásico, caracterizado por uma fase inicial de absorção rápida de água (fase I), seguido por uma fase estacionária (fase II), em que as sementes, praticamente, não absorvem água, finalizando com aumento na taxa de absorção, que coincide com a protusão da radícula e crescimento da plântula-Fase III (Bewley e Black, 1994).

A velocidade de penetração da água nos tecidos das sementes é decisivo para o sucesso da germinação. A embebição é muito rápida quando as sementes ou os eixos embrionários isolados são colocados em contato com água pura, mas isto pode danificar as sementes (Powell e Matthews, 1979). Os efeitos prejudiciais da rápida embebição das sementes podem ser devidos a redução da integridade das membranas celulares, provocando perda de nutrientes essenciais; aumento da atividade de microrganismos, em função do vazamento de solutos ou baixa disponibilidade de oxigênio, o que leva ao processo de respiração anaeróbica (Woodstock *et al.*, 1981; Armstrong e McDonald, 1992).

O resumo da análise de variância da contagem final no teste de germinação (Tabela 1) mostrou efeito significativo do cultivar, época da colheita e condicionamento osmótico na percentagem de plântulas normais da contagem final no teste de germinação sem interação significativa. Isto indica que as épocas da colheita e o condicionamento osmótico afetam a germinação das sementes das cultivares.

TABELA 1 - Resumo da análise de variância dos dados da contagem final no teste de germinação das sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico^{1/}

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio
Bloco (Bl)	3	319,3352
Cultivar (Cult)	5	2118,1836 **
Erro a	15	193,6555
Época (Ép)	2	4292,8633 **
Cult x Ép	10	102,6371
Erro b	36	67,9875
Condicionamento (Cond)	1	9605,0955 **
Cult x Cond	5	105,6115
Ép x Cond	2	100,2667
Cult x Ép x Cond	10	18,5528
Erro c	54	58,7285
Média Geral (%)		68,76
Coeficiente de variação (%)	a	20,24
	b	11,99
	c	11,15

^{1/} Os valores de percentagem de germinação foram previamente transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise estatística.

** Significativo pelo teste F, a 1 % de probabilidade.

As percentagens estimadas de germinação da contagem final do teste de germinação (TG) (Tabela 2) mostram média de 97,36%, 95,54%, 94,76%, 93,36%

para as cultivares Confiança, Splendor, UFVS 2005 e UFV-16, sem diferença entre as mesmas, e menor percentual médio para as cultivares Garantia (84,96 %) e UFV-18 (90,12 %). A maior germinação das sementes da cultivar Confiança (97,36 %), pode ser atribuído, ao fato da excelente germinação dessa cultivar, mesmo com o retardamento da colheita por 30 dias (terceira época) e à menor germinação das sementes das cultivares Garantia e UFV-18, nesta época de colheita, respectivamente, 72,88 % e 83,71 %.

TABELA 2 - Médias estimadas (%) da contagem final no teste de germinação das sementes das seis cultivares de soja, colhidas em três épocas, condicionadas ou não com PEG 6000. Viçosa, Minas Gerais, 2007^{1/}

Cultivar	Condicionamento	Época			Média
		R8	R8+15	R8+30	
Confiança	Não	98,09	96,52	92,24	95,95
	Sim	99,27	99,61	95,07	98,47
	Média	98,75	98,44	93,73	97,36 a
UFV-16	Não	91,23	90,69	82,56	88,45
	Sim	97,46	97,93	95,14	96,95
	Média	94,80	94,94	89,77	93,36
Splendor	Não	94,88	95,62	85,63	92,60
	Sim	98,45	99,03	94,89	97,76
	Média	96,92	97,63	90,81	95,54
Garantia	Não	88,23	80,06	63,82	78,36
	Sim	96,25	91,39	80,82	90,44
	Média	92,78	86,27	72,88	84,96 c
UFVS 2005	Não	95,10	92,65	83,72	91,05
	Sim	98,46	98,29	95,19	97,50
	Média	97,01	95,95	90,26	94,76
UFV-18	Não	89,27	86,97	73,97	83,97
	Sim	97,08	95,37	91,32	94,84
	Média	93,77	91,67	83,71	90,12
Média	Não	93,29	91,16	81,25	89,09 b
	Sim	97,95	97,51	92,68	96,37 a
	Média geral	95,95 A	94,81 A	87,58 B	93,20

^{1/} Médias seguidas de mesma letra minúscula, por série na vertical, e maiúscula na horizontal, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise e posteriormente, as médias foram destransformadas. Coeficientes de variação (%): Erro a= 20,24; Erro b= 11,99; Erro c= 11,15.

O efeito de época da colheita (Tabela 2) mostrou que as R8 e R8+15 dias resultaram em maior percentagem média de germinação das sementes que a R8+30 dias. Essa germinação das sementes é semelhante ao decréscimo da percentagem do valor com o retardamento da colheita a partir de 21 dias após o estágio (R8) (Sediyama *et al.*, 1972; Rocha *et al.*, 1984).

O efeito do condicionamento osmótico mostrou melhor desempenho

germinativo das sementes condicionadas com PEG 6000 (96,37 %) em relação às aquelas não condicionadas (89,09 %) (Tabela 2). O maior efeito positivo do condicionamento osmótico na germinação das sementes foi observado na época R8+30 dias, o que demonstra a eficácia do tratamento com PEG 6000 como constatado em outros trabalhos com sementes de soja (Braccini *et al.*, 1997; Del Giúdice *et al.*, 1999; Nunes *et al.*, 2001 e 2004).

4. CONCLUSÕES

A velocidade de embebição e o grau de umidade das sementes das seis cultivares de soja em solução de PEG 6000, nas três épocas de colheita, foram menores que com água destilada.

As cultivares de soja quanto ao retardamento de colheita apresentaram comportamento diferenciado.

O condicionamento osmótico melhorou a percentagem de germinação das sementes das seis cultivares, nas três épocas de colheita, principalmente na época R8+30 dias, ou seja, aquelas com maior grau de deterioração.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWISKI, T.T. ed. **Seed biology**. New York: Academic Press, v.2, p.283-315, 1972.
- ARMSTRONG, H.; McDONALD, M.B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, p.391-400. 1992.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BRACCINI, A.L. **Relações entre potencial hídrico, condicionamento osmótico e qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: UFV, 1996, 135p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

- 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**, Brasília, v.19, n.1, p.71-79, 1997.
- 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.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- DEL GIÚDICE, M.P. **Condicionamento osmótico de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: UFV, 1996. 130p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- DEL GIÚDICE, M.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P.R. Efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de dois cultivares de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.266, p.435-444, 1999.
- DELWICHE, L.D.; SLAUGHTER, S.J. **The Little SAS Book: A Primer**. Cary: SAS Institute, 2003. 268p.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.
- DEVLIN, R.M. **Plant Physiology**, 3. ed. New York: Ivan Nostrand Company. 1975. 600p.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2005**. Londrina: Embrapa soja, 239p., 2004.
- HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.5, n.2, p.353-425, 1977.
- LOPES, H.M.; FONTES, P.C.R.; MARIA, J.; CECOM, P.R.; MALAVASI, M.M. Germinação e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) influenciados pelo período e temperatura de condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.173-179, 1996.
- MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Environmental and physiological constraints on field performance of seeds. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1125-1128, 1986.
- McDONALD JR., M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**. Lansing, v.65, n.1, p.109-139, 1975.
- MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Lancaster, v.51, n.5, p.914-916, 1973.

- NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.211-214, 2005.
- NUNES, U.R.; AMARAL, J.F.T.; SILVA, A.A.; REIS, M.S.; CECON, P.R. Condicionamento osmótico das sementes de soja e sua relação com a capacidade competitiva dessa cultura com a braquiária. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, n.275, p.1-16, 2001.
- NUNES, U.R.; REIS, M.S.; DEL GIÚDICE, M.P.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Embebição e qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico e condicionamento seguido de secagem. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.293, p.1-18, 2004.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. The influence of testa condition on the imbibition and vigour of pea seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford. v.30, n.1, p.193-197. 1979.
- ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T.L. Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.6, n.2, p.51-66. 1984.
- ROCHA, V.S.; OLIVEIRA, A.B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J.L.L.; SEDIYAMA, C.S.; PEREIRA, M.G. **A qualidade da semente de soja**. Viçosa: UFV, 1996. 76p. (Boletim, 188).
- SEDIYAMA, C.S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A.; ESTÊVÃO, M. de M. Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. **Experientiae**, Viçosa, v.14, n.5, p.117-141. 1972.
- SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; THIÉBAUT, J.T.L.; REIS, M.S.; FONTES, L.A.N.; MARTINS, O. Influência da época de semeadura e do retardamento de colheita sobre a qualidade das sementes e outras características agronômicas das variedades de soja UFV-1 e UFV-2, em Capinópolis, MG. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, **Anais...** EMBRAPA, v.1, p.645-659. 1981.
- VIEIRA, R.D. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: UFV, 1980. 76p. Tese (Tese de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- WOODSTOCK, L.W.; TAYLORSON, R.B. Soaking injury and its reversal with polyethylene glycol in relation to respiratory metabolism in high and low vigor soybean seeds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen. v.53, n.3, p.263-268. 1981.

II. VIABILIDADE E VIGOR, AVALIADOS PELO TESTE DE TETRAZÓLIO, E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA COLHIDAS EM TRÊS ÉPOCAS E SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO OSMÓTICO

RESUMO - Sementes vigorosas são desejáveis para o estabelecimento rápido e uniforme das plântulas em campo. O objetivo foi avaliar a qualidade fisiológica, pelos testes de tetrazólio e de germinação, das sementes de seis cultivares de soja, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Sementes das cultivares Confiança (semi-precoce), UFV-16 (médio), Splendor (médio), Garantia (semi-tardio), UFVS 2005 (semi-tardio) e UFV-18 (tardio), de diferentes grupos de maturidade, foram multiplicadas no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. A colheita das plantas de cada cultivar foi realizada no estádio R8 e aos 15 e 30 dias após este estádio. Amostras de sementes por cultivar, época de colheita e repetição de campo foram submetidas ao condicionamento osmótico em solução de polietileno glicol (PEG 6000) com potencial osmótico ajustado para -0,8 MPa, com 0,2 % do fungicida Captan à temperatura de 20 °C, por 96 horas. Sementes não condicionadas foram utilizadas como testemunha. A viabilidade e o vigor das sementes foram avaliados, com o teste de tetrazólio, e a germinação, pelo teste de germinação. O vigor, a viabilidade e a germinação das sementes apresentaram diferença entre as cultivares. O condicionamento osmótico, com solução de PEG 6000, melhorou a qualidade fisiológica das sementes em todas as épocas da colheita e pode aumentar a germinação e o vigor das sementes danificadas pela umidade. As classes 1 e 2 e o somatório das mesmas foram coerentes com o vigor (1 a 3), a viabilidade (1 a 5) e a percentagem de germinação das sementes, pelos resultados do teste de tetrazólio. O somatório das classes 1 e 2 em adição à avaliação do vigor pelo somatório das classes 1 a 3, no teste de tetrazólio, pode constituir informação adicional para interpretar o vigor de um lote de sementes.

Palavras-Chave: *Glycine max*, sementes, condicionamento osmótico, teste de tetrazólio.

II. VIABILITY AND ENERGY EVALUATED WITH THE TETRAZOIL TEST AND SEED GERMINATION HARVESTED IN DIFFERENT PERIODS OF TIME AND SUBMITTED TO OSMOTIC CONDITIONING

SUMMARY - Vigorous seeds are desirable to obtain a fast and uniform establishment of seedlings in field. The objective was to evaluate the physiologic quality by the tetrazoil and germination test of seeds of six soybean cultivars harvested in three periods of time and submitted to osmotic conditioning. Seeds of the cultivar Confiança (semi-precocious), UFV-16 (medium), Splendor (medium), Garantia (semi-late), UFVS 2005 (semi-late) and UFV-18 (late) with different maturity stage were multiplied in the Experimental Field Prof. Diogo Alves de Mello of the Department of Fitotecnia in the Federal University of Viçosa in an experimental design in randomized blocks with four replications. Plant harvest of each cultivar was done at the R8 stage and after 15 and 30 days after this stage. Seeds samples per cultivar, harvesting time and replication were submitted to osmotic conditioning in a polyethylene glycol solution (PEG 6000) with potential osmotic fitted at -0,8 MPa with 0.2% Captan fungicide at the temperature of 20 °C during 96 hours. Non conditioned seeds were used in the control. The viability and energy of seeds were evaluated with the tetrazoil and the germination tests. The energy, the viability and the germination of seeds differed between cultivars. The osmotic conditioning with the PEG 6000 solution improved the physiologic quality of seeds in different periods of time and it can increase germination and energy of seeds damaged by humidity. The classes 1 and 2 and their sum were coherent with the energy (1 to 3), viability (1 to 5) and percentage of seed germination by the tetrazoil test. The sum of classes 1 and 2 in addition to the evaluation of the energy with the sum of classes 1 to 3 in the tetrazoil test can constitute additional information to interpret seed energy.

Key-words: *Glycine max*, seeds, osmotic conditioning, tetrazoil test.

1. INTRODUÇÃO

O vigor das sementes inclui propriedades que determinam o potencial para emergência e desenvolvimento rápido e uniforme de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais (AOSA, 1983). Sementes vigorosas são desejáveis para o estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo.

A embebição é a primeira etapa do processo de germinação das sementes para a retomada do crescimento do embrião (emissão da radícula). A absorção de água inicia uma série de processos físicos, fisiológicos e bioquímicos no interior da semente que, na ausência de um fator limitante, resulta na emergência da plântula (Popinigis, 1985).

O processo e o período inicial de embebição são críticos para a germinação das sementes, que ocorre mesmo com baixa disponibilidade de água no solo. No entanto, se não houver umidade suficiente para a continuidade do processo, o embrião morrerá, por outro lado, a absorção de água pelas sementes será muito rápida, em condição de excesso de umidade no solo, o que desorganiza as membranas celulares e causa rupturas de seus tecidos, o que pode levar ao processo de respiração anaeróbica. Injúrias causadas pela embebição acelerada manifestam-se pela diminuição do vigor das plântulas e germinação anormal (Hobbs e Obendorf, 1972; Powell e Matthews, 1978; Duke e Kakefuda, 1981).

A semente de soja é, altamente, higroscópica com grau de umidade condicionado pelo ambiente e aumento ou redução de seu volume em função da maior ou menor intensidade de absorção de água. Expansões e contrações sucessivas do volume das sementes em função de condições de chuvas e temperatura durante a maturação, formam rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo, e lesões, peculiares e observadas pelo teste de tetrazólio (França Neto e Henning, 1984).

O teste de tetrazólio tem sido utilizado em programas de controle de qualidade de sementes, por ser rápido para estimar a germinação potencial e o vigor de lotes das mesmas, além de identificar problemas que afetam o desempenho das sementes de soja, como deterioração por umidade e danos mecânicos ou danos por percevejos (França Neto *et al.*, 1998). Este teste se baseia na atividade das enzimas desidrogenases nos processos respiratórios do tecido, particularmente a desidrogenase do ácido málico que reduz o sal de tetrazólio nos tecidos vivos das

sementes, onde íons de H⁺ são transferidos para o referido sal (Smith, 1952; Copeland *et al.*, 1959; Bulat, 1961; AOSA, 1983). A imersão da semente em solução de tetrazólio reduz as células vivas e forma um composto vermelho, não difusível, conhecido como trifenilformazan, indicando atividade respiratória nas mitocôndrias e, conseqüentemente, que o tecido é viável (vivo) (França Neto *et al.*, 1998). Tecidos mortos (não viáveis) não reagem com a solução e conservam sua cor natural (Delouche *et al.*, 1976). Este teste, através da observação da coloração nas diferentes estruturas da semente, permite determinar a presença, a localização e a natureza das alterações nos tecidos das sementes (tipo de dano), além das condições físicas das estruturas embrionárias das sementes (França Neto *et al.*, 1998). Os objetivos básicos do teste são determinar o potencial de germinação de um lote de sementes sob condições ideais, categorizar as sementes em diferentes classes de viabilidade e diagnosticar possíveis causas de perda de viabilidade das mesmas (Moore, 1985).

Alguns tratamentos são eficientes para o controle da hidratação das sementes de soja incluindo o condicionamento osmótico, conhecido como “priming”, como o mais promissor (Lopes *et al.*, 1996; Braccini *et al.*, 1997; Del Giúdice *et al.*, 1999; Nunes *et al.*, 2001, 2003 e 2004a e 2004b).

O condicionamento osmótico é uma técnica de embebição controlada das sementes, para a ativação fisiológica, mas previne a germinação (Bradford, 1986). Sementes tratadas desta forma apresentam, freqüentemente, germinação mais rápida e uniforme quando reidratadas, particularmente, sob condições de estresse hídrico e térmico. O maior vigor de sementes de soja condicionadas com PEG, a baixos potenciais osmóticos, ocorre em função da eficiência da solução osmótica em reparar a membrana plasmática durante a embebição das mesmas (Zheng *et al.*, 1991).

O objetivo deste trabalho foi utilizar os testes de tetrazólio e germinação para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de seis cultivares de soja, colhidas em diferentes épocas e submetidas ao condicionamento osmótico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello e no Laboratório de Melhoramento de Soja e Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas

Gerais. Sementes de seis cultivares de soja, de diferentes grupos de maturidade foram produzidas: Confiança (semi-precoce), UFV-16 (médio), Splendor (médio), Garantia (semi-tardio), UFVS 2005 (tardio) e UFV-18 (tardio), no ano agrícola 2005/2006 no campo em delineamento de blocos casualizados, com seis tratamentos nas parcelas e quatro repetições. Cada parcela teve 10 fileiras com cinco metros de comprimento espaçadas 50 cm entre si. O solo foi preparado para o plantio com aração e duas gradagens (sistema de preparo convencional); a adubação, as técnicas culturais e o controle fitossanitário foram feitos de acordo com as recomendações para a cultura da soja (Embrapa Soja, 2004).

A colheita das plantas de cada cultivar foi realizada em três épocas: no estágio R8 (95% das vagens apresentando a coloração típica de vagem madura) e aos 15 e 30 dias após a primeira época, para se diferenciar níveis de vigor. Quatro fileiras por parcela foram colhidas na primeira época (estádio R8), aleatoriamente, e, três fileiras em cada uma das outras duas épocas.

As plantas foram trilhadas em máquina trilhadeira estacionária à medida que foram colhidas, sendo, em seguida, submetidas à secagem em condições naturais (ao sol), até teores de umidade entre 11 e 12% (base úmida). As sementes foram acondicionadas em sacos de tecido de algodão após passarem pela limpeza, separação manual e uniformização do tamanho com peneiras de crivo nº 13 e mantidas em câmara fria e seca a 10 °C e 70 % de umidade relativa do ar, até início das avaliações.

Os dados climáticos diários de precipitação e de temperaturas máxima, média e mínima, foram registrados durante o período de produção das sementes (Figuras 1 e 2).

Condicionamento osmótico - Amostras de 100 sementes por cultivar, época de colheita e repetição de campo, foram colocadas em recipientes plásticos tipo *gerbox*, com quatro folhas de papel-toalha (*germitest*), umedecidas com 30 mL da solução de PEG 6000 com 0,2% do fungicida Captan, com potencial osmótico ajustado a -0,8 MPa. As caixas *gerbox*, contendo as sementes embebidas em solução de PEG 6000, foram colocados em estufa incubadora tipo B.O.D., à temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ (Del Giúdice, 1996; Braccini, 1996). A concentração de PEG 6000, utilizada para obter o potencial osmótico desejado (-0,8 MPa) à temperatura de 20 °C, foi de 251,028 g/L de água desmineralizada, de acordo com a equação de Michel e Kaufmann (1973):

$$\Psi_{\text{os(atm)}} = (1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^{-7}) C^2T$$

em que: $\Psi_{os(atm)}$ = potencial osmótico; C = concentração (g/L); T = temperatura (°C);
 Obs: 0,1 MPa = 1 atm.

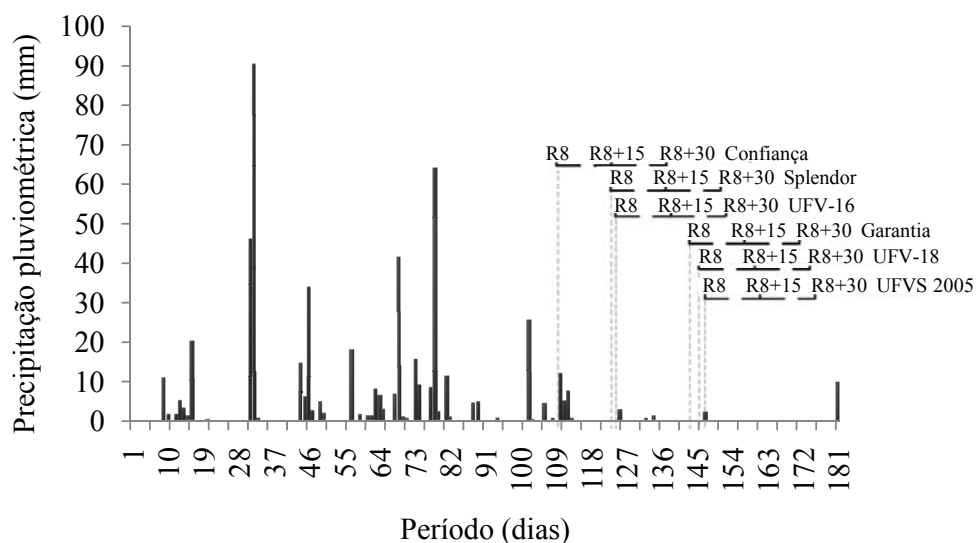


FIGURA 1 – Precipitação pluviométrica (mm) durante o período de multiplicação das sementes de soja no campo, UFV, Viçosa, Minas Gerais, 2006.

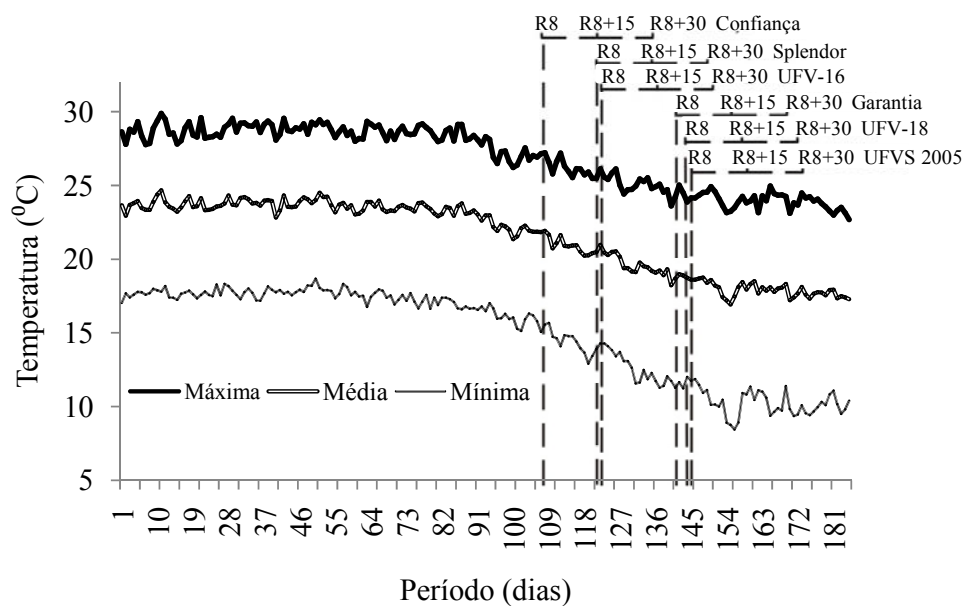


FIGURA 2 – Temperaturas máxima, média e mínima do ar (°C) durante o período de multiplicação das sementes de soja no campo, UFV, Viçosa, Minas Gerais, 2006.

As sementes foram lavadas, superficialmente, em água corrente de torneira, após o condicionamento osmótico para se eliminar o excesso de PEG e, em seguida,

foram secas, superficialmente, com papel *germitest*. Sementes não condicionadas foram utilizadas como testemunha.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi feita pelos testes de tetrazólio e de germinação:

Teste de tetrazólio - conduzido com duas subamostras de 50 sementes, por tratamento e repetição de campo, sendo as sementes do tratamento testemunha (não condicionadas em PEG 6000) pré-condicionadas em papel-toalha (*germitest*) umedecido, com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes seu peso, durante 16 horas, em estufa incubadora B.O.D., a 25 °C. As sementes, após os períodos de pré-codicionamento em água destilada e condicionamento osmótico em solução de PEG 6000, foram transferidas para copos plásticos, com volume de 50 mL e, totalmente, submersas em solução de tetrazólio (0,075%), e mantidas a 40 °C por três horas no interior de uma estufa incubadora. As sementes foram analisadas, individualmente, após o processo de coloração e lavagem em água corrente, verificando-se a percentagem de sementes viáveis e os níveis de vigor das mesmas (França Neto *et al.*, 1998). Nessa metodologia, o somatório das frequências das classes 1 a 3 são consideradas como vigor e o somatório das classes 1 a 5, viabilidade das mesmas.

Teste de germinação - foi realizado com duas subamostras de 50 sementes, por tratamento e repetição de campo, daquelas condicionadas com PEG 6000 e das não condicionadas (testemunha). As sementes foram semeadas entre três folhas de papel-toalha umedecidas com água destilada, com quantidade equivalente a três vezes a massa do papel seco. Rolos foram confeccionados e levados para germinador regulado para manter a temperatura constante de 25 ± 2 °C. A contagem final foi realizada no oitavo dia do teste de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais.

O experimento foi montado segundo esquema de parcelas subsubdivididas, tendo nas parcelas as cultivares, nas subparcelas épocas de colheita e, nas subsubparcelas, condicionamento de sementes em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator qualitativo comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo nesse nível de probabilidade. Os dados percentuais foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$

para as análises estatísticas e, posteriormente, destransformados para apresentação. O processamento dos dados foi realizado com o software SAS (Delwiche & Slaughter, 2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos da análise de variância dos dados do ensaio de avaliação das classes de vigor, do vigor e da viabilidade de sementes no teste de tetrazólio e da germinação (TG – contagem final) mostrou efeito significativo de cultivares nas classes 1 e 3; soma das classes 1 e 2 e no vigor e viabilidade no teste de tetrazólio e contagem final no teste de germinação; de épocas da colheita e condicionamento osmótico em todas as variáveis analisadas; da interação cultivar x época da colheita nas classes 2, 3, 5 e 7 e na viabilidade das sementes; da interação cultivar x condicionamento osmótico apenas na classe 1 e na soma das classes 1 e 2; e da interação época da colheita x condicionamento osmótico apenas na classe 6 (Tabelas 1 e 2).

Os coeficientes de variação dos dados das diferentes classes de vigor no teste de tetrazólio mostraram tendência de maior variação nas classes 4, 5, 6 e 7 devido, principalmente, às menores médias gerais nas mesmas, ou seja, apresentaram baixa frequência, pois o somatório das classes em uma mesma amostra sempre totaliza 100%, incluindo as oito classes do teste de tetrazólio. Neste ensaio, a classe 8 apresentou frequência irrisória de sementes, ou seja, média geral de 0,02%, podendo ser considerada nula (Tabela 1). Os coeficientes de variação dos dados em experimentos agrícolas classificados como baixos ($CV < 10\%$), médios (10 a 20 %), altos (20 a 30 %) e muito altos ($CV > 30\%$) (Pimentel Gomes, 1985; Amaral *et al.*, 1997). Os resultados da soma das classes 1 e 2, do vigor (classes 1 a 3), da viabilidade (classes 1 a 5) no teste de tetrazólio e da germinação (TG- contagem final) e os coeficientes de variação foram, em geral, baixos e médios, indicando boa confiabilidade dos dados (Tabela 2). O coeficiente de variação das classes de vigor no teste de tetrazólio foram médios a altos (Tabela 1), em razão da partição da classificação das sementes em muitas (oito) classes, resultando em baixas frequências médias gerais, à exceção da classe 3.

TABELA 1- Resumo da análise de variância dos dados obtidos nas diferentes classes (1 a 7) do teste de tetrazólio, das sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Viçosa, Minas Gerais, 2006

Fonte de variação	gl	Quadrado médio						
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
Bloco (Bl)	3	619,5967	137,1911	227,3387	258,4686	73,6465	12,4983	44,8808
Cultivar (Cult)	5	1352,7867**	156,4470	635,1948**	175,4516	51,8020	62,2222	84,1305
Erro a	15	68,6951	92,7361	85,4211	75,7240	30,9025	30,3526	30,0582
Época (Ép)	2	2174,2735**	559,2587**	467,1969**	816,6591**	156,0450**	172,3223**	215,5560**
Cult x Ép	10	45,7523	107,1962**	122,9336*	50,8007	53,0994**	33,2190	66,7914*
Erro b	36	62,5012	30,2904	56,7749	50,4834	15,1155	19,3998	28,7766
Condicionamento (Cond)	1	7215,9362**	5464,4128**	8462,1601**	388,6812**	408,5788**	567,4321**	375,7782**
Cult x Cond	5	132,3895**	33,2482	118,5081	75,6847	33,1577	42,7589	41,3753
Ép x Cond	2	1,8221	44,3068	135,0085	25,0240	10,3587	66,7147*	18,8316
Cult x Ép x Cond	10	33,8338	48,9454	80,1141	39,3246	13,9065	13,8814	44,7499
Erro c	54	35,7592	44,5417	54,6034	47,1018	25,0598	19,4068	33,0873
Média geral (%)		22,23	24,61	44,44	13,74	4,41	4,88	7,82
Coeficiente de variação (%)	a	37,28	39,13	20,80	63,34	126,12	112,87	70,14
	b	35,56	22,37	16,95	51,72	88,20	90,23	68,63
	c	26,90	27,12	16,63	49,96	113,57	90,25	73,59

*, ** Significativo pelo teste F, a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise estatística.

TABELA 2 - Resumo da análise de variância dos dados obtidos nos ensaios de avaliação das classes 1 e 2, do vigor (classes 1 a 3) e da viabilidade (classes 1 a 5) no teste de tetrazólio, e da germinação (TG–contagem final), das sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Viçosa, Minas Gerais, 2006

Fonte de variação	gl	Quadrado médio			
		Classes 1 e 2	Vigor (1-3)	Viabilidade (1-5)	TG
Bloco (Bl)	3	300,7430	333,3553	90,8245	319,335
Cultivar (Cult)	5	1508,4035**	408,9581*	152,5144**	2118,18**
Erro a	15	117,3612	96,7330	29,9837	193,656
Época (Ép)	2	2957,0004**	1619,7342**	481,9791**	4292,86**
Cult x Ép	10	115,4824	102,2910	76,4636*	102,637
Erro b	36	66,5567	47,5927	33,3157	67,9875
Condicionamento (Cond)	1	16776,0068**	2001,6676**	1077,5353**	9605,1**
Cult x Cond	5	140,3595*	87,8409	51,8471	105,612
Ép x Cond	2	0,9133	18,9624	10,5440	100,267
Cult x Ép x Cond	10	66,6686	39,4102	24,6073	18,5528
Erro c	54	44,5641	51,3614	29,2524	58,7285
Média geral (%)		36,27	70,36	79,69	68,76
Coeficiente de variação (%)	a	29,87	13,98	6,87	20,24
	b	22,50	9,80	7,24	11,99
	c	18,41	10,19	6,79	11,15

*, ** Significativo pelo teste F, a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise estatística.

As médias estimadas das classes 1 e 2, do vigor (classes 1 a 3) e da viabilidade (classes 1 a 5) no teste de tetrazólio, e da germinação (TG– contagem final) das sementes de seis cultivares de soja, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico em solução de PEG 6000 mostraram inversão dos resultados quando se comparam as classes 1 e 2 em relação à 3, ou seja, quanto maior o percentual das sementes nas classes 1 e 2, menor é o percentual na 3 (Tabelas 3, 4 e 5). O vigor é o somatório das classes 1 a 3 (França Neto *et al.*, 1998). Por isto, a inversão observada dificulta essa relação entre o somatório e o vigor. Dessa forma, analisou-se, também, o somatório das classe 1 e 2, por terem apresentado resultados mais coerentes. Essas classes ou seu somatório mostraram coerência com os resultados das demais variáveis.

TABELA 3 – Médias gerais estimadas nos ensaios de avaliação por classe, das classes 1 e 2, do vigor e da viabilidade (VIAB) no teste de tetrazólio, e da germinação (TG- contagem final), das sementes de seis cultivares de soja, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico em solução de PEG 6000. Viçosa, Minas Gerais, 2006^{1/}

	Classe (%)								Vigor (%)	VIAB (%)	TG (%)
	1	2	3	4	5	6	7	1 e 2			
Confiança	15,38bc	20,15a	48,32abc	5,12a	0,00a	0,35a	1,42a	38,40b	91,10ab	97,78a	94,79a
UFV-16	8,00cd	15,32a	57,44ab	6,82a	0,48a	0,95a	1,71a	25,39bc	87,43ab	96,66ab	87,16ab
Splendor	32,15a	20,30a	36,77c	2,27a	0,28a	0,25a	0,68a	55,43a	95,24a	98,70a	91,28ab
Garantia	5,24d	11,97a	61,10a	7,15a	1,36a	1,63a	2,92a	18,40c	83,25b	94,30b	72,18c
UFVS 2005	18,73b	17,72a	44,55bc	5,82a	0,48a	0,82a	2,43a	39,60ab	87,79ab	96,06ab	89,79ab
UFV-18	12,24bcd	19,24a	46,03bc	7,57a	0,98a	0,71a	2,46a	29,47b	85,36b	96,32ab	81,22bc
R8	23,81a	21,36a	42,98b	3,00b	0,27b	0,35b	1,08b	44,94a	93,75a	98,22a	92,06a
R8+15	13,69b	18,45a	50,64a	5,06b	0,44b	0,55b	1,65b	35,60b	89,93b	97,32a	89,89a
R8+30	7,39c	12,68b	53,49a	9,74a	1,26a	1,47a	3,09a	22,39c	80,88c	94,25b	76,70b
Não condicionada	6,83b	10,01b	62,28a	7,04a	1,13a	1,43a	2,69a	18,50b	84,27b	94,88b	79,37b
Condicionada	23,97a	26,17a	35,85b	4,36b	0,23b	0,25b	1,17b	51,46a	92,48a	98,26a	92,87a
Média geral (%)	14,32	17,34	49,03	5,63	0,66	0,72	1,85	33,98	88,70	96,79	86,86

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, em cada série na vertical, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram, previamente, transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise; posteriormente, destransformadas.

TABELA 4 – Médias estimadas (épocas dentro de cada cultivar) dos ensaios de avaliação por classe, das classes 1 e 2, do vigor e da viabilidade (VIAB) no teste de tetrazólio, e da germinação (TG - contagem final), das sementes de seis cultivares de soja, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Viçosa, Minas Gerais, 2006^{1/}

Cultivar	Época de	Classe (%)								Vigor (%)	VIAB (%)	TG (%)
		1	2	3	4	5	6	7	1 e 2			
Confiança	R8	19,16a	21,58a	48,26a	3,13a	0,18a	0,18a	0,82a	43,74a	94,75a	98,70a	97,51a
	R8+15	15,12a	14,44b	50,93a	6,84a	0,64a	0,18a	1,78a	32,27b	88,37b	97,66a	96,91a
	R8+30	12,17a	25,02a	45,79a	5,76a	0,16a	0,82a	1,78a	39,36ab	89,53b	96,78a	87,86b
UFV-16	R8	17,91a	22,47a	48,26b	2,95b	0,18b	1,03a	0,82b	42,37a	93,47a	97,91a	89,87a
	R8+15	6,94b	15,63b	61,54a	6,79ab	0,45ab	0,79a	0,53b	24,61b	88,90a	98,39a	90,14a
	R8+30	2,44c	9,09c	62,38a	12,15a	0,96a	1,04a	5,21a	12,18c	77,92b	92,43a	80,58b
Splendor	R8	42,17a	26,52a	23,77c	1,20b	0,11b	0,18a	1,53a	69,42a	96,19a	98,20ab	93,94a
	R8+15	35,15a	20,01b	37,68b	1,45ab	0,07b	0,11a	0,18b	57,88b	97,73a	99,63a	95,31a
	R8+30	20,29b	14,99b	49,88a	4,92a	0,96a	0,55a	0,64ab	38,57c	90,55b	97,84b	82,47b
Garantia	R8	12,30a	16,78a	58,95a	5,06b	0,99b	0,07c	0,96b	29,87a	91,32a	98,80a	86,08a
	R8+15	5,06b	15,00a	61,60a	6,07ab	0,18c	1,87b	4,74a	21,16a	83,59b	91,81b	74,42b
	R8+30	1,15c	5,65b	62,74a	10,89a	4,23a	4,77a	3,85a	7,30b	72,78c	89,91b	53,12c
UFVS 2005	R8	29,53a	22,51a	36,17b	3,87b	0,25b	0,45a	0,88b	54,13a	93,09a	98,39a	94,12a
	R8+15	17,49b	21,39a	40,51b	4,88ab	1,15a	0,82a	3,50a	43,11b	86,73b	95,02b	92,07a
	R8+30	10,91b	10,41b	57,17a	9,32a	0,25b	1,31a	3,47a	22,88c	82,48b	94,03b	81,47b
UFV-18	R8	25,49a	18,79b	43,89a	2,52b	0,18b	0,55ab	1,59b	30,68ab	93,13a	97,03a	87,92a
	R8+15	9,59b	25,19a	51,53a	5,71b	0,55b	0,25b	1,31b	36,98a	90,76a	98,32a	84,04a
	R8+30	5,11b	14,33b	42,71a	17,79a	3,22a	1,63a	5,25a	21,39b	67,76b	92,56b	70,07b
Média geral (%)		14,32	17,34	49,03	5,63	0,59	0,72	1,85	33,98	88,70	96,79	86,86

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, em cada série na vertical, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise e, posteriormente, destransformadas.

TABELA 5 – Médias estimadas (condicionamento dentro de cada cultivar e cada época) obtidas nos ensaios de avaliação em cada classe, das classes 1 e 2, do vigor e da viabilidade (VIAB) no teste de tetrazólio, e da germinação (TG- contagem final), das sementes de seis cultivares de soja, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Viçosa, Minas Gerais, 2006^{1/}

Cultivar		Classe (%)								Vigor (%)	VIAB (%)	TG (%)
		1	2	3	4	5	6	7	1 e 2			
Confiança	Não	7,01b	12,49b	61,78a	7,44a	0,58a	0,73a	2,46a	20,75b	85,58b	95,70b	92,06b
	Sim	26,24a	29,12a	34,99b	3,21b	0,10a	0,10b	0,66b	57,80a	95,39a	99,19a	96,97a
UFV-16	Não	3,08b	6,83b	70,03a	7,42a	0,82a	2,39a	2,90a	10,78b	83,47b	93,73b	78,23b
	Sim	14,96a	26,43a	44,34b	6,24a	0,23a	0,16b	0,83b	43,65a	90,92a	98,70a	93,99a
Splendor	Não	18,21b	13,97b	56,43a	3,72a	0,64a	0,64a	0,64a	33,88b	92,28b	98,14b	85,75b
	Sim	47,96a	27,48a	19,16b	1,17b	0,07a	0,04b	0,72a	75,96a	97,50a	99,16a	95,56a
Garantia	Não	3,33b	6,92b	68,38a	5,97a	1,50a	1,48a	4,28a	11,00b	82,78a	93,17b	61,40b
	Sim	7,54a	18,16a	53,56b	8,42a	1,22a	1,78a	1,81b	27,18a	83,72a	95,33a	81,80a
UFVS 2005	Não	9,08b	10,22b	57,48a	9,05a	1,03a	2,08a	4,40a	21,04b	80,31b	92,24b	82,90b
	Sim	30,86a	26,76a	31,99b	3,27b	0,14b	0,14b	1,03b	59,87a	93,68a	98,63a	95,06a
UFV-18	Não	4,43b	10,61b	59,10a	9,43a	2,74a	1,72a	2,53a	16,95b	79,52b	95,07b	70,52b
	Sim	23,20a	29,71a	33,24b	5,90b	0,10b	0,14b	2,39a	43,81a	90,37a	97,39a	89,95a
R8	Não	14,21b	14,52b	58,50a	4,61a	0,57a	0,61a	2,08a	29,73b	89,48b	96,54b	87,02b
	Sim	35,01a	29,11a	28,14b	1,72b	0,08b	0,16b	0,40b	60,65a	96,97a	99,35a	95,95a
R8+15	Não	6,55b	10,72b	64,90a	6,38a	0,86a	1,01a	2,29a	18,90b	86,19b	95,95b	83,11b
	Sim	22,92a	27,72a	36,32b	3,89b	0,16b	0,22b	1,10a	54,34a	93,13a	98,42a	95,09a
R8+30	Não	2,18b	5,72b	63,38a	10,72a	2,26a	3,22a	3,84a	9,15b	75,97b	91,56b	66,02b
	Sim	15,34a	21,87a	43,45b	8,80a	0,54b	0,39b	2,42a	39,40a	85,34a	96,45a	85,89a
Média geral (%)		14,32	17,34	49,03	5,63	0,59	0,72	1,85	33,98	88,70	96,79	86,86

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, em cada série na vertical, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise e, posteriormente, destransformadas.

Os resultados entre as cultivares, das classes 1 e 3, mostraram inversão dos resultados (Tabela 3). A cultivar Splendor apresentou maior percentual médio (32,15%), de sementes da classe 1 e o menor para a cultivar Garantia (5,24 %); os maiores percentuais médios, entre cultivares, de sementes da classe 3 foram: Garantia (61,10 %), UFV-16 (57,44 %) e Confiança (48,32 %), sem diferença entre si; os menores percentuais médios foram: Splendor (36,77 %), UFV-18 (44,55 %) e UFVS 2005 (44,55 %). O maior valor médio foi da cultivar Garantia (61,10 %) e o menor da Splendor (36,77 %). De modo geral, as sementes das cultivares com maiores valores médios do vigor, da viabilidade e de germinação foram: Splendor, Confiança, UFVS 2005 e UFV-16; e as de menor: Garantia e UFV-18.

O menor percentual médio do vigor, da viabilidade e de germinação nas sementes colhidas na terceira época (Tabela 3) mostra que aquelas com trinta dias de retardamento após o estágio R8, apresentaram menor qualidade fisiológica. Resultados semelhantes foram obtidos para o retardamento da colheita com redução na percentagem de germinação, das sementes de soja, em decorrência do avanço do processo de deterioração das sementes (Sediyama *et al.*, 1972; Braccini *et al.*, 2000; Santos *et al.*, 2005).

A qualidade fisiológica das sementes apresentou melhoria significativa com o condicionamento osmótico (Tabelas 3 e 5), o que concorda com a importância do condicionamento osmótico para aumentar a performance das sementes (Braccini *et al.*, 1997; Nunes *et al.*; 2001, 2003, 2004a e 2004b). Isto mostra a coerência dos resultados das classes 1 e 2 com o vigor, viabilidade e contagem final no teste de germinação (TG) e clara inversão dos resultados das classes 3 a 7.

Os danos da avaliação, pelo teste de tetrazólio, foram considerados como causados pela umidade. A interpretação dos resultados do teste de tetrazólio, diagnosticado pelo alto nível de ocorrência de danos mecânicos, ou danos por percevejos, uma ação corretiva pode ser adotada para melhorar a qualidade das sementes produzidas. No entanto, o uso de ação corretiva para danos pela umidade não foram mencionados (França Neto *et al.*, 1998). Portanto, o condicionamento osmótico foi promissor como alternativa para melhorar a qualidade fisiológica das sementes danificadas pela umidade.

As estimativas dos coeficiente de correlação lineares ou de Pearson entre as variáveis analisadas (Tabela 6) foram significativas ($P < 0,05$) para todos os pares, exceto para a correlação entre as classes 3 e 5 e entre as 5 e 7. A ausência de

significância, nesses casos, pode estar relacionada às baixas frequências nas classes 5 (0,66 % em média) e 7 (1,85 % em média). As estimativas dos coeficientes de correlação, entre o vigor e as demais variáveis, mostra que as classes 1 e 2 e o somatório dessas, além da viabilidade e a germinação (TG– contagem final) são positivas, enquanto as correlações envolvendo as classes 3 a 7 foram negativas. Desta forma, a utilização do somatório das classes 1 e 2, em adição à avaliação do vigor pelo somatório das classes 1 a 3 no teste de tetrazólio, pode ser informação importante para a interpretação do vigor de um lote de sementes.

4. CONCLUSÕES

O vigor, a viabilidade e a germinação das sementes apresentaram diferenças entre os cultivares.

O condicionamento osmótico, com solução de PEG 6000, melhorou a qualidade fisiológica das sementes em todas as épocas da colheita e pode ser promissor para aumentar a germinação e o vigor daquelas danificadas pela umidade.

O teste de tetrazólio, mostrou que as classes 1 e 2 e o somatório das mesmas foram coerentes com o vigor (1 a 3), a viabilidade (1 a 5) e a percentagem de germinação das sementes.

O somatório das classes 1 e 2, em adição à avaliação do vigor pelo somatório das classes 1 a 3, no teste de tetrazólio, pode ser importante para se interpretar o vigor de um lote de sementes.

TABELA 6 – Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as características avaliadas no teste de tetrazólio (classes 1 a 7, somatório das classes 1 e 2, vigor e viabilidade (VIAB)) e germinação (TG - contagem final) das sementes de soja de seis cultivares colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Viçosa, Minas Gerais, 2006

Característica	Classe (%)							Vigor (%)	VIAB (%)	TG (%)
	2	3	4	5	6	7	1 e 2			
Classe 1 (%)	0,488**	-0,784**	-0,529**	-0,399**	-0,423**	-0,440**	0,910**	0,661**	0,577**	0,560**
Classe 2 (%)		-0,656**	-0,388**	-0,367**	-0,415**	-0,288**	0,792**	0,498**	0,434**	0,585**
Classe 3 (%)			0,188*	0,163	0,250**	0,224**	-0,866**	-0,288**	-0,335**	-0,435**
Classe 4 (%)				0,446**	0,297**	0,315**	-0,553**	-0,884**	-0,411**	-0,432**
Classe 5 (%)					0,448**	0,113	-0,437**	-0,605**	-0,309**	-0,465**
Classe 6 (%)						0,206*	-0,472**	-0,536**	-0,638**	-0,543**
Classe 7 (%)							-0,436**	-0,581**	-0,855**	-0,345**
Classes 1 e 2 (%)								0,689**	0,597**	0,646**
Vigor (%)									0,729**	0,599**
VIAB (%)										0,543**

** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para cálculo das correlações.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A.M. do; MUNIZ, J.A.; SOUZA, M. de. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, 1997.
- Association of Official Seed Analysis (AOSA), ed. **Seed vigor testing handbook**. Contribution nº32 to the Handbook on Seed Testing. 88p. 1983.
- BRACCINI, A.L. **Relações entre potencial hídrico, condicionamento osmótico e qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: UFV, 1996, 135p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- 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**, Brasília, v.19, n.1, p.71-79, 1997.
- BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A.; MOTTA, I.S. Germinação e sanidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas em diferentes épocas. **Acta Scientiarum**, Londrina, v.22, n.4, p.1017-1022, 2000.
- BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-12, 1986.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p. 1992.
- BULAT, H. Reduction processes in living tissue, formazan, tetrazolium salts and their importance as reduction-oxidation indicators in testing seed. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Copenhagen, v.26, p.686-696, 1961.
- COPELAND, T.G.; BRUCE, C.F.; MIDYETTE Jr., J.W. The unofficial application of tetrazolium tests as an aid in checking germination claims. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, East Lansing, v.49, n.1, p.134-141, 1959.
- DEL GIÚDICE, M.P. **Condicionamento osmótico de sementes de soja (*Glycine max* (L.) (Merrill)**. Viçosa: UFV, 1996. 130p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- DEL GIÚDICE, M.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P.R. Efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de dois cultivares de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.266, p.435-444, 1999.

- DELWICHE, L.D.; SLAUGHTER, S.J. **The Little SAS Book: A Primer**. Cary: SAS Institute, 2003. 268p.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976.
- DUKE, H.S.; KAKEFUDA, G. Role of testa in preventing cellular rupture during imbibitions of legume seeds. **Plant Physiology**, Lancaster. v.67, n.1, p.449-456. 1981.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 239p., 2004.
- FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica da semente**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1984. p.5-24. (Circular Técnica, 9).
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 116).
- HOBBS, P.R.; OBENDORF, R.L. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. **Crop Science**, Madison. v.12, n.1, p.664-667. 1972.
- LOPES, H.M.; FONTES, P.C.R.; MARIA, J.; CECOM, P.R.; MALAVASI, M.M. Germinação e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) influenciados pelo período e temperatura de condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.173-179, 1996.
- MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Lancaster, v.51, n.5, p.914-916, 1973.
- MOORE, R.P. **Handbook on tetrazolium testing**. Zurich: International Seed Testing Association, 1985. 99p.
- NUNES, U.R.; AMARAL, J.F.T.; SILVA, A.A.; REIS, M.S.; CECOM, P.R. Condicionamento osmótico das sementes de soja e sua relação com a capacidade competitiva dessa cultura com a braquiária. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, n.275, p.1-16, 2001.
- NUNES, U.R.; SILVA, A.A.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja sobre a habilidade competitiva da cultura com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.27-35, 2003.
- NUNES, U.R.; REIS, M.S.; DEL GIÚDICE, M.P.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Embebição e qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico e condicionamento seguido de secagem. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.293, p.1-18, 2004a.
- NUNES, U.R.; REIS, M.S.; DEL GIÚDICE, M.P.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA,

- T. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.294, p.163-177, 2004b.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. The damaging effect of water fry pea embryos during imbibitions. **Journal os Experimental Botany**, Oxford. v.29, n.1, p.1215-1229. 1978.
- SANTOS, M.R.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; ARAÚJO, E.F.; SEDIYAMA, T.; MOREIRA, M.A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja colhidas em diferentes épocas e seu potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.30, n.1, p.52-64, 2005.
- SEDIYAMA, C.S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A.; ESTÊVÃO, M. de M. Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. **Experientiae**, Viçosa, v.14, n.5, p.117-41. 1972.
- SMITH, F.G. The mechanism of the tetrazolium reaction in corn embryos. **Plant Physiology**, Bethesda, v.27, n.3, p.445-456, 1952.
- ZHENG, C.C.; ZOU, Q.; CHENG, B.S. Studies on solute exudates during soybean seed imbibitions and its relation with seed vigour. **Soybean Science**, v.10, n.1, p.226-230. 1991.

III. EFEITO DO CONDICIONAMENTO OSMÓTICO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA, EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA

RESUMO - O estabelecimento inadequado de plantas no campo pode limitar a produção de soja. Por isto, a utilização de sementes de qualidade na semeadura de uma lavoura é fundamental para garantir o empreendimento agrícola. Este trabalho foi realizado na Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, para avaliar o efeito do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de seis cultivares de soja colhidas em três épocas e com diferentes grupos de maturidade: Confiança (semi-precoce), UFV-16 (médio), Splendor (médio), Garantia (semi-tardio), UFVS 2005 (semi-tardio) e UFV-18 (tardio). Essas cultivares foram multiplicadas no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia em delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. A colheita das plantas de cada cultivar foi realizada no estágio R8 e aos 15 e 30 dias após esse estágio. Amostras de sementes de cada cultivar, por época de colheita e repetição, foram submetidas ao condicionamento osmótico em solução de polietileno glicol (PEG 6000), com potencial osmótico ajustado para -0,8 MPa com 0,2 % do fungicida Captan, à temperatura de 20 °C por 96 horas. Sementes não condicionadas foram utilizadas como testemunha. A germinação e o vigor das sementes foram avaliadas pelos seguintes testes: germinação (primeira contagem – PC e contagem final – TG), velocidade de emergência de plântulas no campo e em leito de areia, emergência de plântulas no campo e em leito de areia e condutividade elétrica. As sementes da cultivar Confiança apresentaram maior germinação e vigor e as da Garantia menor qualidade fisiológica. O condicionamento osmótico aumentou a germinação e o vigor das sementes das três épocas da colheita e o retardamento da colheita reduziu a germinação e o vigor das mesmas. Todos os caracteres estudados foram correlacionados entre si.

Palavras-Chave: *Glycine max*, sementes, osmocodicionamento, germinação, vigor.

III. EFFECT OF THE OSMOTIC CONDITIONING ON PHYSIOLOGIC QUALITY OF SOYBEAN SEEDS IN DIFFERENT HARVESTING TIMES

SUMMARY - The inadequate establishment of plants in the field can limit soybean production. For this reason, the use of high quality seeds is fundamental to guarantee agriculture viability. This work was developed at the Federal University of Viçosa in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil to evaluate the effect of osmotic conditioning on physiologic quality of seeds of six soybean cultivars harvested in three different periods and with different maturity stage: Confiança (semi-precocious), UFV-16 (medium), Splendor (medium), Garantia (semi-late), UFVS 2005 (semi-late) and UFV-18 (late). These cultivars were multiplied in the Experimental Field Prof. Diogo Alves de Mello of the Department of Fitotecnia in an experimental design in casualized blocks with four replications. Plants were harvesting per cultivar at the R8 stage and 15 and 30 days after this stage. Seed samples of each cultivar, per harvesting time and replication were submitted to osmotic conditioning in polyethylene glycol solution (PEG 6000) with osmotic potential fitted at -0,8 MPa with 0.2% of the fungicide Captan at the temperature of 20 °C during 96 hours. Non conditioned seeds were used as the control. The germination and the energy of seeds were evaluated with the following tests: germination (first counting. PC and final counting. TG); emergence speed of seedlings in the field and in sand bed, emergency of seedlings in the field and in sand bed and electric conductivity. Seeds of the cultivar Confiança presented higher germination rate and energy and that of Garantia had lower physiologic quality. The osmotic conditioning increased germination and seed energy obtained in the three periods of harvesting and delay on harvesting reduced their germination and energy. All characters studied were correlated amongst themselves.

Key-words: *Glycine max*, seeds, osmotic conditioning, germination, energy.

1. INTRODUÇÃO

O estabelecimento inadequado de plantas no campo pode limitar a produção de soja. Por isto, a utilização de sementes de qualidade na semeadura de uma lavoura é fundamental para garantir o empreendimento agrícola. Isto justifica a necessidade de esforços e investimentos em pesquisas para o uso de sementes de alta qualidade, e práticas culturais adequadas para se obter lavouras com estande desejado e maior produtividade (Krzyzanowski *et al.*, 1991).

A qualidade de um lote de sementes depende de atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária que determinam seu valor para a semeadura (Popinigis, 1985). Essa qualidade tem sido estudada por estar sujeita à mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física, após a maturação. Essas alterações podem reduzir ou não a qualidade fisiológica das sementes, dependendo das condições ambientais do período que antecede a colheita e de processos de colheita, secagem, beneficiamento e condições de armazenamento (Delouche e Baskin, 1973; McDonald Jr., 1975). A colheita da soja deve ser feita logo após a maturação fisiológica, o que nem sempre é possível, principalmente, em períodos chuvosos, que podem causar danos irreparáveis à qualidade dessas sementes (Sediyama *et al.*, 1972). Esses problemas podem não se manifestar em condições climáticas favoráveis, mas a ocorrência de chuvas ou orvalho, associados a altas temperaturas, diminui a qualidade das sementes, à medida que a colheita é retardada. As sementes de soja são sensíveis à deterioração no campo até atingirem o teor de água adequado para a colheita. O nível de tolerância à deterioração no campo difere entre cultivares e ambientes, porém o ambiente e, principalmente, as condições climáticas, como alta temperatura e precipitação, são mais importantes que o tempo de permanência da semente no campo após a maturação fisiológica. Este fato tem levado à produção e rejeição de lotes de sementes com qualidade inferior aos padrões mínimos exigidos (Sediyama *et al.*, 1981).

Técnicas para melhorar o vigor e o desempenho das sementes no campo permitem o estabelecimento rápido e uniforme das plântulas. Diversos tratamentos de pré-semeadura, envolvendo a promoção do início do metabolismo de germinação, mostraram melhor desempenho de germinação das sementes no campo (Heydecker e Coolbear, 1977). O condicionamento osmótico ou “priming” é outra técnica de grande eficácia para o tratamento das sementes pré-semeadura quando as sementes

são submetidas à uma pré-embebição em solução inerte mas com potencial osmótico conhecido como o polietileno glicol (PEG 6000). Isto é feito até que as atividades metabólicas pré-germinativas ocorram e impedindo a emissão da raiz primária, mesmo após semanas de contato entre a semente e a solução osmótica (Heydecker e Coolbear, 1977; Heydecker e Gibbins, 1978; Khan *et al.*, 1978 e 1992; Knypl e Khan, 1981). Ao final do tratamento, a germinação seria mais rápida e uniforme em condições favoráveis (Nascimento, 2005). Essa técnica melhorou a emergência e tornou o estabelecimento de plântulas de soja mais rápido e uniforme (Heisel *et al.*, 1986; Lopes *et al.*, 1996; Braccini *et al.*, 1997 e 1999; Del Giúdice *et al.*, 1998, 1999a e 1999b; Nunes *et al.*, 2001, 2004a; 2004b). A produção de soja foi maior com o condicionamento osmótico de sementes (Heisel *et al.*, 1986) e o tratamento das mesmas com solução de polietileno glicol 6000 (PEG 6000) melhorou e acelerou a emergência das plântulas e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas, com reflexos na produtividade da cultura (Nunes *et al.*, 2003).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de seis cultivares de soja em três épocas de colheita.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello e no Laboratório de Melhoramento de Soja e Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais. Sementes das cultivares de soja Confiança (semi-precoce), UFV-16 (médio), Splendor (médio), Garantia (semi-tardio), UFVS 2005 (tardio) e UFV-18 (tardio), com diferentes ciclos de maturidade, foram produzidas no ano agrícola 2005/2006 em área desse campo experimental em, delineamento, de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída por 10 fileiras com cinco metros de comprimento espaçadas 50 cm entre si. O preparo do solo, para o plantio, foi feito com aração e duas gradagens (preparo convencional); a adubação, técnicas culturais e o controle fitossanitário foram feitos de acordo com as recomendações para a cultura da soja (Embrapa Soja, 2004).

A colheita das plantas de cada cultivar de soja foi realizada em três épocas: estágio R8 (quando 95% das vagens apresentaram coloração típica de vagem

madura) e aos 15 e 30 dias após a primeira época para se diferenciar os níveis de vigor. Quatro fileiras, por parcela, foram colhidas na primeira época (estádio R8), aleatoriamente, e três fileiras em cada uma das outras duas épocas.

As plantas foram trilhadas em máquina trilhadeira estacionária à medida que ocorreram as colheitas, sendo, em seguida, submetidas à secagem em condições naturais (ao sol), até que apresentassem teores de umidade entre 11 e 12% (base úmida). As sementes foram acondicionadas em sacos de tecido de algodão após passarem por processos de limpeza, separação manual e uniformização do tamanho, com auxílio de peneiras de crivo nº 13, e mantidas em câmara fria e seca a 10 °C e 70 % de umidade relativa do ar, até o início das avaliações .

Os dados diários de precipitação e de temperaturas máxima, média e mínima foram obtidos durante o período de produção das sementes (Figuras 1 e 2).

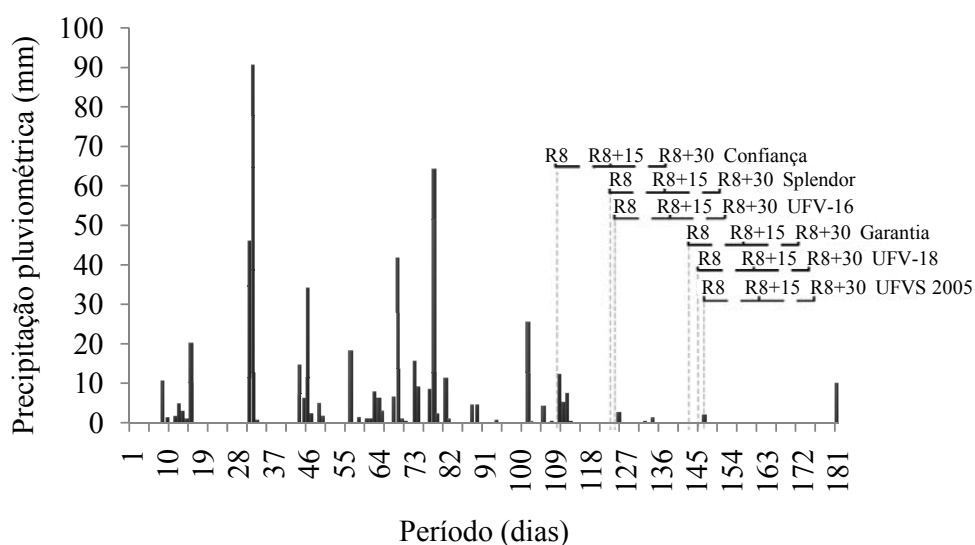


FIGURA 1 – Precipitação pluviométrica (mm) durante o período de multiplicação das sementes de soja no campo, UFV, Viçosa, Minas Gerais, 2006.

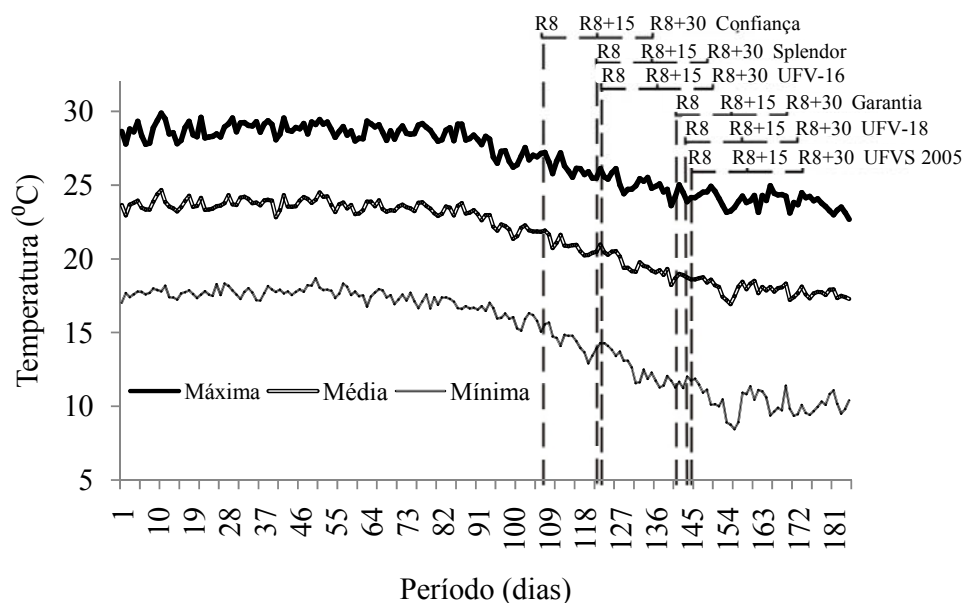


FIGURA 2 – Temperaturas máxima, média e mínima do ar (°C) durante o período de multiplicação das sementes de soja no campo, UFV, Viçosa, Minas Gerais, 2006.

Condicionamento osmótico - amostras com 100 sementes de cada cultivar, por época de colheita e repetição no campo, foram colocadas em recipientes plásticos do tipo *gerbox*, com quatro folhas de papel-toalha (*germitest*) umedecidas com 30 mL em solução de PEG 6000 a -0,8 MPa contendo 0,2% do fungicida Captan. As caixas *gerbox*, com as sementes embebidas em solução de PEG 6000, foram colocados em estufa incubadora do tipo B.O.D. à temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, por 96 horas (Del Giúdice, 1996; Braccini, 1996). A concentração de PEG 6000, utilizada para se obter o potencial osmótico de -0,8 MPa à temperatura de 20°C foi de 251,028 g/L de água desmineralizada, obtida pela equação de Michel e Kaufmann (1973):

$$\Psi_{\text{os (atm)}} = (1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^7) C^2T$$

em que: $\Psi_{\text{os (atm)}}$ = potencial osmótico; C= concentração (g/L); T= temperatura ($^\circ\text{C}$);
Obs: 0,1 MPa= 1 atm.

As sementes foram lavadas, superficialmente, após o condicionamento osmótico, em água corrente de torneira para se eliminar o excesso de PEG e, em seguida, procedeu-se à secagem superficial, com papel *germitest*. Sementes não condicionadas foram usadas como testemunha.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada com os seguintes testes:

Teste de germinação - realizado com duas subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição de campo. As sementes foram semeadas entre três folhas de

papel-toalha umedecidas com água destilada com a quantidade de água equivalente a três vezes a massa do papel seco. Rolos de papel foram confeccionados e levados para germinador a temperatura de 25 ± 2 °C. As avaliações foram realizadas aos cinco (primeira contagem - PC) e oito (contagem final - TG) dias após a instalação do teste segundo critérios das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais de soja na primeira e última contagem do teste.

Emergência das Plântulas em Leito de Areia – realizada em casa de vegetação para avaliar a percentagem e a velocidade de emergência das plântulas. Duas subamostras de 50 sementes, por tratamento e repetição de campo, foram semeadas em bandejas plásticas com areia como substrato. Diariamente, as plântulas emergidas foram contadas até o estabelecimento do estande, no décimo segundo dia após a instalação do teste. A percentagem de plântulas emergidas e o índice de velocidade de emergência foram avaliados a seguir, sendo a umidade da areia mantida em níveis adequados durante todo o teste. A temperatura média mínima e máxima foi, respectivamente, de 13,8 e 34 °C durante a realização do teste. O índice de velocidade de emergência das plântulas foi calculado com a fórmula de Maguire (1962):

$$IVE = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \dots + \frac{Nn}{Dn}$$

em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

N1 = número de plântulas emergidas na primeira contagem;

D1 = número de dias para a primeira contagem;

Nn = número de plântulas emergidas na última contagem;

Dn = número de dias para a última contagem.

Emergência das plântulas no campo - realizada no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello para se avaliar a percentagem e a velocidade de emergência das plântulas. Duas subamostras de 50 sementes, por tratamento e repetição de campo, foram distribuídas em fileiras de 1 m. As plântulas emergidas foram contadas, diariamente, até o estabelecimento do estande, no décimo sétimo dia da instalação do teste. A percentagem média de plântulas emergidas e o índice de velocidade de emergência foram, também, obtidos. A umidade do solo foi mantida em níveis adequados durante todo o período do teste. A temperatura média mínima e

máxima, durante a realização do teste foi, respectivamente, de 11,9 e 24,3 °C. O índice de velocidade de emergência das plântulas foi calculado com a fórmula de Maguire (1962).

Condutividade elétrica - utilizou-se a metodologia de Krzyzanowski *et al.* (1991). Vinte e cinco sementes por cultivar, antes do processo de condicionamento osmótico e não condicionadas (testemunha), por época de colheita e repetição de campo, foram pesadas com precisão de centígrama. Sementes não condicionadas e após embebidas na solução de PEG 6000 (com condicionamento osmótico) foram lavadas e secadas, superficialmente, em papel-filtro para se retirar o excesso de água, e colocadas em copos plásticos com 75 mL de água desmineralizada em cada recipiente (Bulk System). Os recipientes foram colocados em estufa do tipo B.O.D. a temperatura de 20 ± 1 °C. As sementes foram agitadas, suavemente, após 24 horas de incubação, para homogeneização da solução, e a condutividade elétrica medida em condutímetro. O eletrodo do aparelho foi lavado em água desmineralizada e seco com papel-filtro, antes e após cada amostra ser medida, sendo os resultados expressos em $\mu\text{hos/g}$ (Krzyzanowski *et al.*, 1991).

O experimento foi montado segundo esquema de parcelas subsubdivididas, tendo as cultivares nas parcelas, épocas de colheita nas subparcelas e o condicionamento de sementes nas subsubparcelas, em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator qualitativo comparadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade quando o teste F foi significativo nesse mesmo nível de probabilidade. Os dados percentuais foram, previamente, transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para as análises estatísticas e, posteriormente, destransformados para apresentação. O processamento dos dados foi realizado com o software SAS (Delwiche & Slaughter, 2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância dos dados das avaliações da qualidade fisiológica de sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico mostra efeito da cultivar na germinação e vigor das sementes; velocidade de emergência das plântulas em leito de areia, primeira contagem e contagem final no teste de germinação; e condutividade elétrica

(Tabela 1). A época da colheita e do condicionamento osmótico afetou a germinação e o vigor das sementes em todas as avaliações. A interação cultivar x época de colheita não foi significativa, mas a cultivar x condicionamento osmótico ocorreu nas avaliações da velocidade de emergência de plântulas em leito de areia e a condutividade elétrica; na interação época da colheita x condicionamento osmótico nas avaliações com os testes velocidade de emergência no campo, emergência no campo, emergência em leito de areia e condutividade elétrica. A interação tripla cultivar x época da colheita x condicionamento osmótico foi significativa, apenas, na variável emergência de plântulas em leito de areia. Isto indica comportamento diferenciado das cultivares frente ao retardamento da colheita e ao condicionamento osmótico das sementes em solução de PEG 6000.

Os coeficientes de variação das variáveis analisadas foram de baixo a muito alto e em experimentos agrícolas são classificados baixos ($CV < 10\%$), médios ($CV = 10$ a 20%), altos ($CV = 20$ a 30%) e muito altos ($CV > 30\%$) (Pimentel Gomes, 1985). A emergência de plântulas em leito de areia apresentou os menores coeficientes de variação e maiores coeficientes na condutividade elétrica (Tabela 1). As médias estimadas, das variáveis nos diferentes ensaios, mostraram efeito geral do condicionamento na melhoria de todos os indicadores da qualidade fisiológica das sementes e efeito deletério do retardamento da colheita, inclusive aos 15 dias após o estágio R8, com algumas variações dependendo da cultivar (Tabelas 2 a 4). A época de colheita para se obter a melhor qualidade fisiológica das sementes é, preferencialmente, no estágio R8, pois logo após a maturação fisiológica o processo de deterioração das sementes é iniciado, ou seja, o retardamento de colheita influencia a qualidade e poder germinativo das sementes de soja (Sediyama *et al.*, 1972). A época mais favorável para a colheita das sementes de soja variou com a cultivar e dependeu do grau de umidade das sementes por ocasião da colheita (Silva *et al.*, 1979). O retardamento da colheita reduziu a percentagem de germinação pelo processo de deterioração das sementes, mas com intensidades diferentes dependendo das cultivares (Braccini *et al.*, 2000). A deterioração pelo retardamento da colheita foi prejudicial para a qualidade fisiológica das sementes de soja (Santos *et al.*, 2005).

TABELA 1 – Resumo da análise de variância dos dados obtidos nas avaliações da qualidade fisiológica (índice de velocidade de emergência no campo (IVEc), emergência no campo (EMERGc), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVEa), emergência em leito de areia (EMERGa), primeira contagem (PC) e contagem final (TG) no teste de germinação e condutividade elétrica (CE)) de sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Viçosa, Minas Gerais, 2006

Fonte de variação	gl	Quadrado médio						
		IVEc	EMERGc	IVEa	EMERGa	PC	TG	CE
Bloco (Bl)	3	2,2373	122,3345	3,2894	99,3409	573,5977	319,3352	343,3313
Cultivar (Cult)	5	3,4551	349,4443	5,9027*	215,6243	2401,7133**	2118,1836**	1084,9091*
Erro a	15	2,1601	251,1913	1,9907	96,4194	263,0066	193,6555	364,8711
Época (Ép)	2	58,4390**	5269,2011**	47,9473**	2709,9378**	5500,0329**	4292,8633**	3290,9491**
Cult x Ép	10	0,8870	56,0514	1,3089	85,4789	140,5652	102,6371	136,3002
Erro b	36	0,7176	87,2704	0,6688	51,0477	87,2888	67,9875	74,3669
Condicionamento (Cond)	1	21,7031**	920,3838**	52,4117**	175,6250**	14723,1370**	9605,0955**	97007,3142**
Cult x Cond	5	0,4200	34,9992	1,1252*	15,5834	146,2626	105,6115	419,7478**
Ép x Cond	2	1,3548*	174,1449*	0,0697	62,8477*	260,5189	100,2667	1226,6512**
Cult x Ép x Cond	10	0,5396	73,9822	0,4628	44,6964*	24,8002	18,5528	79,4052
Erro c	54	0,3069	48,8262	0,3873	14,6608	84,4255	58,7285	93,2189
Média geral			(%)		(%)	(%)	(%)	(µmohs/g)
		4,60	64,76	7,06	79,21	66,65	68,76	39,51
Coeficiente de variação (%)	a	31,96	24,47	19,97	12,40	24,33	20,24	48,34
	b	18,42	14,43	11,58	9,02	14,02	11,99	21,83
	c	12,05	10,79	8,81	4,83	13,79	11,15	24,44

*, ** Significativo pelo teste F, a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise estatística.

O condicionamento osmótico afetou, positivamente, a qualidade fisiológica das sementes submetidas ao retardamento de colheita. Esses efeitos podem ser explicados pela redução das injúrias causadas ao embrião pela rápida hidratação e pelo aumento da disponibilidade de metabólitos para serem utilizados durante a germinação e a emergência. O agente osmótico reduz a taxa e o volume de água absorvida que, lentamente, é embebida pelas sementes e permite que os tecidos se desenvolvam de maneira mais ordenada (Del Giúdice *et al.*, 1998, 1999a; Braccini *et al.*, 1999; Nunes *et al.*, 2004b).

A condutividade elétrica das sementes condicionadas mostrou correlação negativa com a qualidade fisiológica das mesmas (Tabela 5), pois o aumento da liberação de eletrólitos indica decréscimo da germinação (Marcos Filho, 1990).

A qualidade das sementes das cultivares foi semelhante pelo índice de velocidade de emergência no campo, emergência no campo ou em leito de areia e condutividade elétrica pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, mas o teste F indicou significância para a condutividade elétrica (Tabela 2). O índice de velocidade de emergência em leito de areia e de germinação das sementes das cultivares Confiança, UFV-16, Splendor, UFVS 2005 e UFV-18 foram maiores e semelhantes e com menores valores para a cultivar Garantia (10,44) pelo índice de velocidade de emergência das plântulas em leito de areia; Garantia (82,34 %), UFV-16 (91,48 %) e UFV-18 (88,74 %), na primeira contagem no teste de germinação; e Garantia (84,96 %) e UFV-18 (90,12 %), na contagem final no teste de germinação. A germinação e o vigor das sementes da cultivar Confiança teve maiores valores (IVEa = 12,97; PC = 96,89 %; TG = 97,36 %) e a Garantia menor valor médio (IVEa = 10,44; PC = 82,34 %; TG = 84,96 %).

As correlações lineares ou de Pearson foram significativas entre ensaios ($P < 0,01$) para todos os pares das características avaliadas nos testes da qualidade fisiológica de sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Essas correlações foram positivas, exceto quando correlacionadas com a avaliação da condutividade elétrica. Isto mostra que o aumento da liberação de eletrólitos das sementes foi, diretamente, proporcional ao decréscimo da germinação e vigor das sementes (Tabela 5).

TABELA 2 – Médias gerais estimadas dos ensaios de avaliação da qualidade fisiológica (índice de velocidade de emergência no campo (IVEc), emergência no campo (EMERGc), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVEa), emergência em leito de areia (EMERGa), primeira contagem (PC) e germinação (TG) no teste de germinação e condutividade elétrica (CE)) de sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Viçosa, Minas Gerais, 2006^{1/}

Tratamento	IVEc	EMERGc (%)	IVEa	EMERGa (%)	PC (%)	TG (%)	CE (μ mohs/g)
Confiança	8,34 a	91,79 a	12,97 a	98,96 a	96,89 a	97,36 a	57,05 a
UFV-16	8,21 a	90,30 a	12,79 ab	97,83 a	91,48 abc	93,36 ab	61,23 a
Splendor	8,36 a	91,73 a	12,50 ab	98,39 a	94,71 ab	95,54 ab	61,09 a
Garantia	7,84 a	90,06 a	10,44 b	97,10 a	82,34 c	84,96 c	72,54 a
UFVS 2005	8,19 a	91,96 a	11,95 ab	98,86 a	93,23 ab	94,76 ab	58,83 a
UFV-18	7,14 a	86,39 a	12,27 ab	97,91 a	88,74 bc	90,12 bc	69,88 a
R8	9,08 a	94,32 a	12,82 a	99,23 a	95,40 a	95,95 a	56,52 c
R8+15	8,47 b	92,23 b	12,72 b	98,93 a	93,53 a	94,81 a	61,85 b
R8+30	6,49 c	83,32 c	10,92 c	95,69 b	84,92 b	87,58 b	71,82 a
Não condicionada	7,54 b	89,08 b	11,56 b	97,97 b	86,17 b	89,09 b	84,68 a
Condicionada	8,49 a	91,74 a	12,75 a	98,48 a	96,03 a	96,37 a	36,10 b
Média geral	8,01	90,45	12,15	98,23	91,81	93,20	63,62

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, por série (dentro de cada cultivar) e na vertical, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise; posteriormente, destransformadas.

TABELA 3 – Médias estimadas (épocas por cultivar) dos ensaios de avaliação da qualidade fisiológica (índice de velocidade de emergência no campo (IVEc), emergência no campo (EMERGc), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVEa), emergência em leito de areia (EMERGa), primeira contagem (PC) e germinação (TG) no teste de germinação e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento. Viçosa, Minas Gerais, 2006^{1/}

Cultivar	Época da colheita	IVEc	EMERGc (%)	IVEa	EMERGa (%)	PC (%)	TG (%)	CE (µmohs/g)
Confiança	R8	9,25 a	94,84 a	13,84 a	99,61 a	98,69 a	98,75 a	51,33 b
	R8+15	8,52 a	92,36 ab	13,13 a	99,07 a	98,24 a	98,44 a	57,68 ab
	R8+30	7,25 b	87,37 b	11,93 b	97,83 a	92,10 b	93,73 b	61,92 a
UFV-16	R8	9,30 a	94,27 a	14,06 a	99,12 a	93,27 a	94,80 a	54,00 b
	R8+15	8,75 a	92,25 a	13,24 a	98,84 a	93,59 a	94,94 a	59,56 b
	R8+30	6,58 b	82,78 b	11,07 b	94,27 b	86,88 b	89,77 b	69,50 a
Splendor	R8	9,22 a	94,49 a	13,42 a	99,05 a	96,69 a	96,92 a	52,35 b
	R8+15	9,18 a	94,73 a	13,38 a	99,44 a	97,21 a	97,63 a	59,36 b
	R8+30	6,69 b	84,24 b	10,69 b	95,66 b	88,43 b	90,81 b	70,69 a
Garantia	R8	9,43 a	95,22 a	10,24 b	99,27 a	91,97 a	92,78 a	62,45 c
	R8+15	8,38 a	92,13 a	11,69 a	98,04 a	83,60 b	86,27 a	72,15 b
	R8+30	5,72 b	80,27 b	9,37 b	91,92 b	67,81 c	72,88 b	81,60 a
UFVS 2005	R8	8,82 a	94,92 a	12,36 a	99,19 a	96,73 a	97,01 a	57,39 a
	R8+15	8,62 a	93,59 a	12,17 a	99,29 a	93,59 a	95,95 a	56,66 a
	R8+30	7,13 b	86,21 b	11,33 a	97,85 a	88,06 b	90,26 b	62,36 a
UFV-18	R8	8,49 a	91,93 a	12,99 a	99,09 a	92,97 a	93,77 a	61,17 b
	R8+15	7,37 b	87,45 a	12,72 a	98,60 a	90,26 a	91,67 a	64,77 b
	R8+30	5,56 c	78,23 b	11,11 b	95,21 b	81,68 b	83,71 b	81,83 a
Média geral		8,01	90,45	12,15	98,23	91,81	93,20	63,62

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, por série e na vertical, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise; e posteriormente, destransformadas.

TABELA 4 – Médias estimadas (condicionamento por cultivar e época) dos ensaios de avaliação da qualidade fisiológica (índice de velocidade de emergência no campo (IVEc), emergência no campo (EMERGc), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVEa), emergência em leito de areia (EMERGa), primeira contagem (PC) e germinação (TG) no teste de germinação e condutividade elétrica (CE)) de sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Viçosa, Minas Gerais, 2006^{1/}

Cultivar	Condicio- namento	IVEc	EMERGc (%)	IVEa	EMERGa (%)	PC (%)	TG (%)	CE (μ mohs/g)
Confiança	Não	7,63 b	89,85 b	12,14 b	98,81 a	94,83 b	95,95 b	78,00 a
	Sim	9,05 a	93,53 a	13,79 a	99,10 a	98,43 a	98,47 a	31,43 b
UFV-16	Não	7,63 b	88,90 b	11,68 b	97,67 a	83,92 b	88,45 b	80,48 a
	Sim	8,79 a	91,62 a	13,90 a	97,99 a	96,73 a	96,95 a	37,33 b
Splendor	Não	7,93 b	90,73 a	11,67 b	98,03 b	90,31 b	92,60 b	83,10 a
	Sim	8,79 a	92,67 a	13,33 a	98,71 a	97,81 a	97,76 a	32,74 b
Garantia	Não	7,34 b	87,70 b	10,98 b	96,99 a	73,92 b	78,36 b	91,68 a
	Sim	8,35 a	92,18 a	9,89 a	97,21 a	89,26 a	90,44 a	44,70 b
UFVS 2005	Não	7,80 b	91,31 a	11,36 b	98,34 b	88,38 b	91,05 b	78,77 a
	Sim	8,58 a	92,58 a	12,54 a	99,28 a	96,81 a	97,50 a	34,38 b
UFV-18	Não	6,89 b	85,51 a	11,52 b	97,72 a	81,03 b	83,97 b	92,53 a
	Sim	7,38 a	87,24 a	13,02 a	98,10 a	94,54 a	94,84 a	35,74 b
R8	Não	8,77 b	93,90 a	12,49 b	99,24 a	91,92 b	93,29 b	76,31 a
	Sim	9,39 a	94,73 a	13,15 a	99,22 a	97,93 a	97,95 a	32,72 b
R8+15	Não	8,05 b	91,29 b	11,96 b	98,70 b	88,74 b	91,16 b	82,57 a
	Sim	8,88 a	93,11 a	13,49 a	99,13 a	97,03 a	97,51 a	35,45 b
R8+30	Não	5,78 b	80,00 b	10,23 b	94,86 b	75,65 b	81,25 b	92,85 a
	Sim	7,20 a	86,36 a	11,60 a	96,44 a	92,11 a	92,68 a	40,06 b
Média Geral		8,01	90,45	12,15	98,23	91,81	93,20	63,62

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, por série e na vertical não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para análise e; posteriormente, destransformadas.

TABELA 5 – Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as características avaliadas nos testes de avaliação da qualidade fisiológica (índice de velocidade de emergência no campo (IVEc), emergência no campo (EMERGc), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVEa), emergência em leito de areia (EMERGa), primeira contagem (PC) e germinação (TG) no teste de germinação e condutividade elétrica (CE)) de sementes de soja de seis cultivares, colhidas em três épocas e submetidas ao condicionamento osmótico. Viçosa, Minas Gerais, 2006

Característica	EMERGc (%)	IVEa	EMERGa (%)	PC (%)	TG (%)	CE (μ moHs/g)
IVEc	0,959**	0,585**	0,639**	0,577**	0,569**	-0,453**
EMERGc		0,477**	0,579**	0,489**	0,485**	-0,351**
IVEa			0,724**	0,687**	0,677**	-0,608**
EMERGa				0,575**	0,587**	-0,389**
PC (%)					0,977**	-0,723**
TG (%)						-0,702**

** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t. Os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$ para cálculo das correlações.

4. CONCLUSÕES

As sementes da cultivar Confiança apresentaram maior germinação e vigor e as da Garantia menor qualidade fisiológica.

O condicionamento osmótico aumentou a germinação e o vigor das sementes das três épocas da colheita.

O retardamento da colheita reduziu a germinação e o vigor das sementes.

Todos os caracteres estudados foram-se correlacionados entre si.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRACCINI, A.L. **Relações entre potencial hídrico, condicionamento osmótico e qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: UFV, 1996, 135p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- 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**, Brasília, v.19, n.1, p.71-79, 1997.
- 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.
- BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A.; MOTTA, I.S. Germinação e sanidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas em diferentes épocas. **Acta Scientiarum**, Londrina, v.22, n.4, p.1017-1022, 2000.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p. 1992.
- DEL GIÚDICE, M.P. **Condicionamento osmótico de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: UFV, 1996. 130p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- DEL GIÚDICE, M.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P.R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.16-24, 1998.
- DEL GIÚDICE, M.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P.R. Efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de dois cultivares de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.266, p.435-444, 1999a.
- DEL GIÚDICE, M.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P.R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico após armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.24, n.2, p.3-9, 1999b.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-52, 1973.
- DELWICHE, L.D.; SLAUGHTER, S.J. **The Little SAS Book: A Primer**. Cary: SAS Institute, 2003. 268p.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2005**. Londrina: Embrapa soja, 239p., 2004.
- HEISEL, D.G.; HEISEL, Z.R.; MINOR, H.C. Field studies on osmoconditioning soybeans. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.14, p.291-297, 1986.
- HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.5, n.2, p.353-425, 1977.
- HEYDECKER, W.; GIBBINS, B.M. The priming of seeds. **Acta Horticulture**, Wageningen, v.83, n.1, p.213-223, 1978.

- KHAN, A.A.; ABAWI, G.S.; MAGUIRRE, J.D. Integrating matricconditioning and fungicidal of table beet seed to improve stand establishment and yield. **Crop Science**, Madison, v.32, p.231-237, 1992.
- KHAN, A.A.; TAO, K.L.; KNYPL, J.S.; BORKOWSKA, B.; POWELL, L.E. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.83, n.1, p.267-283, 1978.
- KNYPL, J.S.; KHAN, A.A. Osmoconditioning of soybean seeds to improve performance at suboptimal temperatures. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, n.1, p.112-116, 1981.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.72, 1991.
- LOPES, H.M.; FONTES, P.C.R.; MARIA, J.; CECON, P.R.; MALAVASI, M.M. Germinação e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) influenciados pelo período e temperatura de condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.173-179, 1996.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination – AID in selection and avaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Lacombe, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.1805-1815, 1990.
- McDONALD JR., M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Lansing, v.65, n.1, p.109-139, 1975.
- MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R.; The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Lancaster, v.51, n.5, p.914-916, 1973.
- NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23., n.2, p.211-214, 2005.
- NUNES, U.R.; AMARAL, J.F.T.; SILVA, A.A.; REIS, M.S.; CECON, P.R. Condicionamento osmótico das sementes de soja e sua relação com a capacidade competitiva dessa cultura com a braquiária. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, n.275, p.1-16, 2001.
- NUNES, U.R.; SILVA, A.A.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja sobre a habilidade competitiva da cultura com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.27-35, 2003.

- NUNES, U.R.; REIS, M.S.; DEL GIÚDICE, M.P.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Embebição e qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico e condicionamento seguido de secagem. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.293, p.1-18, 2004a.
- NUNES, U.R.; REIS, M.S.; DEL GIÚDICE, M.P.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.294, p.163-177, 2004b.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- SANTOS, M.R.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; ARAÚJO, E.F.; SEDIYAMA, T.; MOREIRA, M.A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja colhidas em diferentes épocas e seu potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v.30, n.1, p.52-64, 2005.
- SEDIYAMA, C.S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A. & ESTÊVÃO, M. de M. Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. **Experientiae**, Viçosa, v.14, n.5, p.117-141. 1972.
- SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; THIÉBAUT, J.T.L.; REIS, M.S.; FONTES, L.A.N.; MARTINS, O. Influência da época de semeadura e do retardamento de colheita sobre a qualidade das sementes e outras características agronômicas das variedades de soja UFV-1 e UFV-2, em Capinópolis, MG. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, **Anais...** EMBRAPA, v.1, p.645-659. 1981.
- SILVA, C.M.; MESQUITA, A.N.; PEREIRA, L.A.G. Efeito da época de colheita na qualidade fisiológica das sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.2, p.41-48, 1979.