

**FÁBIO OLIVEIRA DINIZ**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA, TEOR DE ÓLEO E PROTEÍNA  
DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA, 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 Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009**

**FÁBIO OLIVEIRA DINIZ**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA, TEOR DE ÓLEO E PROTEÍNA  
DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA, 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 Scientiae*.

APROVADA: 08 de julho de 2009.

---

**Prof. Luiz Antônio dos Santos Dias**  
(Coorientador)

---

**Prof. Eduardo Fontes Araújo**  
(Coorientador)

---

**Prof. Marcos Paiva Del Giúdice**

---

**Prof. Tocio Sedyama**

---

**Prof. Múcio Silva Reis**  
(Orientador)

*Aos meus pais, irmãos e à minha namorada,*  
Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

À Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsa de estudos.

Ao professor Múcio Silva Reis, pelas orientações, pelos ensinamentos, pela dedicação e disponibilidade em todos os momentos.

Ao professor Luiz Antônio dos Santos Dias, pelas orientações, sugestões e ensinamentos.

Aos professores Eduardo Fontes Araújo e Tuneo Sedyama, pelas orientações e pelos valiosos ensinamentos.

A todos os professores que engrandecem o Departamento de Fitotecnia por meio de seus valiosos ensinamentos.

Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, D.Sc., Newton Deniz Piovesan, do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária – BIOAGRO, pela disponibilidade e atenção na realização das análises de óleo e proteína.

Aos funcionários do Laboratório de Melhoramento de Soja e Pesquisa de Sementes: Paulo Daniel, Paulo Afonso, José Cupertino, José Bernadino, José Custódio e Adílio da Silva, pela amizade e ajuda na condução dos trabalhos de pesquisa.

À amiga Camilla Atsumi Zanuncio Sedyama, pela amizade, esclarecimentos e sugestões sempre pertinentes.

Aos amigos Rita e Expedito, pela amizade, apoio e pelas trocas de informações.

Aos demais estudantes de Pós-Graduação do Departamento de Fitotecnia com os quais tive oportunidade de conviver e interagir.

Aos meus pais, João Vieira Diniz e Ana Oliveira Diniz, pelo amor, carinho, apoio e pelos exemplos de vida.

Aos meus irmãos e irmãs, João Carlos Oliveira Diniz, Gilberto Oliveira Diniz, Francisco Rogilson Oliveira Diniz, Ângela Oliveira Diniz e Rosângela Oliveira Diniz, pela amizade, pelos estímulos e pela nossa união inabalável.

À minha namorada Karla Idelça Aires Machado, pelo amor, carinho, companheirismo, compreensão e estímulo incessante.

Enfim, o meu reconhecimento a todos que contribuíram direta e indiretamente, para realização do presente trabalho.

## **BIOGRAFIA**

FÁBIO OLIVEIRA DINIZ, filho de João Vieira Diniz e Ana Oliveira Diniz, nasceu no dia 11 de abril de 1979 em Boa Viagem, no Estado do Ceará.

Fez até a quarta série do ensino fundamental na Escola Manuel Genuíno Vieira no Distrito de Ipiranga, zona rural do município de Boa Viagem, Ceará. Concluiu o ensino fundamental em 1995, no Colégio Estadual David Vieira da Silva na sede do referido município. Em 1998 concluiu o ensino médio com habilitação de Técnico em Agropecuária na escola Agrotécnica Federal de Iguatu, Estado do Ceará. Exerceu esta atividade profissional durante o período de 1999 até 2003.

Em março de 2003, iniciou o Curso de Graduação em Agronomia na Universidade Federal do Ceará, período em que foi bolsista de iniciação científica na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias-UFC, recebendo o título de Engenheiro Agrônomo em junho de 2007.

Em agosto de 2007, iniciou, na Universidade Federal de Viçosa, o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, submetendo-se à defesa de dissertação em 08 de julho de 2009.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
1.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	4
2. <b>CAPÍTULO I – QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA E SUA RELAÇÃO COM A EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM CAMPO</b> .....	6
RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
2.1 INTRODUÇÃO .....	8
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	11
2.2.1 Obtenção das sementes .....	11
2.2.2 Determinação do teor de água .....	12
2.2.3 Teste de germinação .....	12
2.2.4 Teste de envelhecimento acelerado .....	13
2.2.5 Teste de condutividade elétrica .....	13
2.2.6 Teste de emergência de plântulas em leito de areia .....	13
2.2.7 Índice de velocidade de emergência de plântulas em leito de areia .....	14
2.2.8 Teste de emergência de plântulas em campo .....	14
2.2.9 Análise estatística .....	14
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
2.3.1 Teste de germinação .....	17
2.3.2 Teste de envelhecimento acelerado .....	18
2.3.3 Teste de condutividade elétrica .....	20
2.3.4 Teste de emergência de plântulas em leito de areia .....	21
2.3.5 Índice de velocidade de emergência de plântulas em leito de areia .....	22
2.3.6 Teste de emergência de plântulas em campo .....	23
2.3.7 Correlação entre os testes .....	25
2.4 CONCLUSÕES .....	27
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

3.	<b>CAPÍTULO II – INCIDÊNCIA DE PATÓGENOS E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM CAMPO DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA ..</b>	32
	RESUMO .....	32
	ABSTRACT .....	33
	3.1 INTRODUÇÃO .....	34
	3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	36
	3.2.1 Obtenção das sementes .....	36
	3.2.2 Determinação do teor de água .....	37
	3.2.3 Teste de sanidade .....	37
	3.2.4 Teste de emergência de plântulas em campo .....	38
	3.2.5 Análise estatística .....	38
	3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
	3.3.1 Teste de sanidade .....	39
	3.3.2 Teste de emergência de plântulas em campo .....	43
	3.4 CONCLUSÕES .....	46
	3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
4.	<b>CAPÍTULO III - TEOR DE ÓLEO E PROTEÍNA EM SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA .....</b>	50
	RESUMO .....	50
	ABSTRACT .....	51
	4.1 INTRODUÇÃO .....	52
	4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	55
	4.2.1 Obtenção das sementes .....	55
	4.2.2 Análise dos teores de óleo e proteína .....	56
	4.2.3 Análise estatística .....	56
	4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	58
	4.4 CONCLUSÕES .....	62
	4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	63

## RESUMO

DINIZ, Fábio Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009.  
**Qualidade fisiológica e sanitária, teor de óleo e proteína de sementes de cultivares de soja, em três épocas de colheita.** Orientador: Múcio Silva Reis.  
Coorientadores: Luiz Antônio dos Santos Dias, Eduardo Fontes Araújo e Tuneo Sedyama.

A utilização de sementes com boa qualidade fisiológica e sanitária é imprescindível para o estabelecimento de um estande adequado e conseqüentemente, para expressiva produtividade de uma lavoura de soja. A qualidade fisiológica e sanitária são influenciadas pelo componente genético e pelas condições climáticas durante o período de maturação das sementes. Também os teores de óleo e proteína nas sementes de soja podem ser afetados por esses mesmos fatores. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e sanitária, teor de óleo e proteína de sementes de cultivares de soja, em três épocas de colheita. Para tanto, foram multiplicadas no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, sementes de oito cultivares de soja de diferentes ciclos de maturação: semi-precoce (Confiança), médio (UFV-16, Splendor e Vencedora), semi-tardio (UFV-TN 105 e Garantia) e tardio (UFV-18 e Celeste). A colheita foi realizada em três épocas: estádio R8 e aos 15 e 30 dias após este estádio. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelas cultivares e as subparcelas pelas três épocas de colheita. Em laboratório, as sementes de cada tratamento e repetição de campo foram submetidas aos testes de umidade, germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, sanidade e às análises de óleo e proteína; em casa de vegetação, ao teste de emergência de plântulas e índice de velocidade em leito de areia; e em campo, ao teste de emergência de plântulas. Nas sementes colhidas aos 15 e 30 dias após o estádio R8 ocorreu aumento da porcentagem de sementes infectadas por fungos, tendo sido os mais frequentes *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp. e *Epicoccum* spp. A germinação e o vigor foram reduzidos nas sementes colhidas aos 30 dias após o estádio R8, em todas as avaliações, à exceção do teste de envelhecimento acelerado, que revelou queda do vigor nas sementes colhidas com 15 dias de retardamento. Quanto às cultivares, as sementes da UFV-16, Confiança e Garantia foram as que apresentaram, na maioria dos testes, qualidade fisiológica inferior e as sementes da cultivar Celeste, qualidade fisiológica superior às demais. Houve correlações lineares significativas ( $p < 0,01$ ) para todos os pares de testes utilizados, evidenciando similaridade entre os



dados dos testes de avaliação da qualidade fisiológica de sementes com a emergência das plântulas em campo. Quanto aos teores de óleo e proteína, houve também variação entre as cultivares, destacando-se com maior conteúdo de óleo as sementes das cultivares Garantia, Confiança, Celeste, UFV-16 e UFV-18 (acima de 24%) e de proteína, a UFV-TN 105 (42,78%). O retardamento de colheita não provocou redução nos teores de óleo e proteína nas sementes das oito cultivares de soja.

## ABSTRACT

DINIZ, Fábio Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2009. **Physiologic and sanitary quality and the oil and protein content of seeds from soy cultivars from three harvest periods.** Advisor: Múcio Silva Reis. Co-advisors: Luiz Antônio dos Santos Dias, Eduardo Fontes Araújo and Tuneo Sedyama.

The use of seeds with good physiologic and sanitary qualities are essential for the establishment of an adequate stand and consequently, for the expressive productivity of a soy crop. The physiologic and sanitary qualities are influenced by the genetic components and by climatic conditions during the maturing period of the seeds. The oil and protein content in the soy seeds can also be affected by the same factors. The aim was to evaluate the physiologic and sanitary qualities, oil and protein content of seeds from a soy cultivar, in three harvests. For this, they were multiplied in the Experimental Field Professor Diogo Alves de Mello, of the Department of Plant Pathology of the Universidade de Viçosa, seeds from eight soy cultivars from different maturing cycles: semi-early (Confiança), medium (UFV-16, Splendor and Vencedora), semi-late (UFV-TN 105 and Garantia) and late (UFV-18 and Celeste). The harvest was carried out at three times: stage R8 and on days 15 and 30 after this stage. The experimental random block delineation was used, with four repetitions, in a subdivided plot scheme. The plots were constituted by the cultivars and the subplots by the three harvest times. In the laboratory, the seeds of each treatment and field repetition were subjected to the moisture, germination, electric conductivity, quick aging, and health tests and to the oil and protein analyses; in the greenhouse, the plantule emergence and rate of speed in a sand bed test; and in field, the plantule emergence test. In the seeds gathered on days 15 and 30 after the R8 stage, an increase in the percentage of seeds infected by fungi took place, with *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp. and *Epicoccum* spp being the most frequent. The germination and vigor were reduced in the seeds gathered 30 days after stage R8, in all the evaluations, with the exception of the quick aging test, which revealed a fall in the vigor in the seeds harvested with a 15 day delay. As for the cultivars, the UFV-16, Confiança and Garantia seeds were what presented, in most of the tests, a physiologic inferior quality and the seeds from the Celeste cultivar had a physiologic quality superior to the rest. There were significant linear correlations ( $p < 0.01$ ) for all the pairs of tests used, showing similarity between the data of the evaluation tests of the physiologic quality of seeds with plantule emergence in the field. In terms of the oil and protein content, there was also a variation between the cultivars,

having seeds with greater oil content stand out from the Garantia, Confiança, Celeste, UFV-16 and UFV-18 (above 24 %) cultivars and the protein, UFV-TN 105 (42.78 %). The harvest delay did not provoke a reduction in the oil and protein content in the seeds from the eight soy cultivars.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) destaca-se no cenário agrícola nacional com área de cultivo estimada em 21,7 milhões de ha e produção em torno de 56,8 milhões de toneladas (IBGE, 2009). É fácil perceber a importância desta cultura, a ponto de no ano de 2008, seu complexo ter acrescentado ao agronegócio brasileiro cerca de US\$ 17,9 bilhões com exportação (Abiove, 2009).

O Brasil ocupa status de segundo maior produtor mundial de soja. Esta leguminosa é cultivada em todas as regiões do país, no entanto, sobressaem como maiores produtores os estados do Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul, responsáveis por cerca de 80% da produção brasileira (Embrapa, 2007).

A busca por tecnologias que propiciem incremento na produtividade de grãos de soja tem sido constante; não diferente, é o setor de produção de sementes, que a cada dia, depara-se com a crescente demanda por sementes de qualidade. Nesse sentido, a produção de sementes de alta qualidade é essencial para que se consiga atender as necessidades dessa cadeia produtiva (Costa et al., 2003), até porque, de nada adianta adotar práticas culturais eficientes se houver negligência quanto ao uso de sementes de alto vigor e qualidade sanitária (Yorinori, 1988).

Sementes de baixa qualidade comprometem diretamente a produtividade da lavoura. Em situações com população de plantas abaixo da recomendada, haverá a necessidade do replantio. Tal prática está associada com prejuízos referentes ao aumento do custo de produção e os riscos inerentes a essa prática, como troca de cultivar, perda da melhor época de semeadura, problemas de eficiência de herbicidas ou riscos de sobreposição de produto na área e ocorrência de toxidez, e problemas de adubação, fatores esses que contribuem para menor produtividade (Krzyzanowski e França Neto, 2003).

Vários são os desafios na produção de sementes de elevada qualidade, especialmente em regiões de clima tropical e subtropical, uma vez que, uma gama de fatores como: temperatura e umidade relativa do ar elevadas e altos índices de precipitação pode influenciar desde a fase de produção, colheita, beneficiamento e armazenamento até a próxima semeadura. A ocorrência desses fatores tem como consequência final o processo de deterioração das sementes, que por sua vez, é um evento inevitável e que tem início logo após a semente alcançar o ponto de maturidade fisiológica (Delouche e Baskin, 1973). As consequências são evidenciadas pela perda

do vigor, aumento de plântulas anormais e redução da porcentagem de germinação, traduzindo-se no estabelecimento inadequado das plantas em campo (Krzyzanowski et al., 2008).

Comumente esse processo de deterioração é agravado pelo retardamento da colheita após o estágio R8, principalmente, se coincidir com condições climáticas desfavoráveis, como chuvas, altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar. Intensifica-se ainda mais, quando da ocorrência conjunta de patógenos (Henning, 2005). Segundo Dhingra e Acuña (1997), com o atraso da colheita sob condições de alta umidade, a quantidade de sementes infectadas aumenta consideravelmente, ao passo que, a infecção é mínima quando não se verifica condições climáticas desfavoráveis. A condição sanitária das sementes é extremamente importante, pois sementes infectadas exibem redução do percentual de germinação e do vigor, além de constituírem como inóculo primário e assumirem importante papel na disseminação de microorganismos para outras áreas (Goulart, 2005).

Vários pesquisadores avaliaram a qualidade fisiológica e/ou sanitária de sementes de soja, efetuando as colheitas em diversos períodos a partir do estágio R8 e constataram efeitos negativos sobre a qualidade das mesmas na medida em que se distanciou a colheita do estágio R8. Verificaram, ainda, efeitos diferenciados entre genótipos e/ou épocas de colheita, evidenciando que, por meio do retardamento de colheita é possível selecionar genótipos para melhor qualidade das sementes de soja (Sedyama, 1979; Vieira et al., 1981; Carraro et al., 1981; Resende et al., 1996; Lima et al., 2007; Toledo, 2008).

Por ocasião da maturidade fisiológica, as sementes de soja possuem o máximo vigor e germinação (Popinigis, 1985; Carvalho e Nakagawa, 2000), correspondendo a sua mais elevada qualidade fisiológica. Para avaliação dessa qualidade, utilizam-se o teste de germinação, em que são fornecidas às sementes condições ótimas para expressar o seu potencial de germinabilidade, e os testes de vigor (Marcos Filho, 2005).

Frequentemente os resultados oriundos do teste de germinação não correspondem ao desempenho apresentado pelas sementes, quando submetidas às condições de campo. Em virtude dessa limitação apresentada pelo teste de germinação para caracterizar a real qualidade fisiológica das sementes, alguns testes de vigor foram desenvolvidos, abrangendo diferentes princípios metodológicos, de forma que os resultados possam correlacionar-se o máximo possível com a emergência das plântulas em campo (Marcos Filho, 1999), muito embora, o uso unicamente da análise correlação entre os resultados dos testes de laboratório e a emergência das plântulas em campo,

como tem sido verificado em algumas ocasiões, não tenha mostrado tanta consistência para verificação da qualidade fisiológica das sementes.

Portanto, a utilização de vários testes de vigor e compará-los entre si constitui-se na maneira mais recomendada para identificação da qualidade fisiológica das sementes, até porque o vigor não é determinado por uma característica em particular, mas por um conjunto delas associadas ao desempenho das sementes (Perry, 1981).

Quanto aos teores de óleo e proteína nas sementes de soja, há unanimidade em afirmar que ambos os componentes apresentam correlação negativa entre si (Thorne e Fehr, 1970; Simpson Junior e Wilcox, 1983; Miranda, 2006; Moraes et al., 2006). Além disso, a variação do conteúdo destes dois constituintes na semente de soja é atribuída ao genótipo e às condições do ambiente por ocasião do desenvolvimento das sementes. Entretanto, estudos com a finalidade de avaliar a influência do retardamento de colheita nos teores de óleo e proteína das sementes de soja ainda são escassos.

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e sanitária, teor de óleo e proteína de sementes de cultivares de soja, em três épocas de colheita.

## 1.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: [http://www.abiove.com.br/exporta\\_br.html](http://www.abiove.com.br/exporta_br.html). Acesso em março de 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>. Acesso em agosto de 2009.
- CARRARO, I.M.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; REIS, M.S.; THIÉBAUT, J.T.L. Influência do retardamento de colheita sobre a qualidade das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Brasília, EMBRAPA/CNPSO/CPAC, p.661-675. 1981.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP. 4 ed., 2000. 588p.
- COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, P.G.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.1, p.128-132, 2003.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.2, p.427-52, 1973.
- DHINGRA, O.D.; ACUÑA, R.S. **Patologia de sementes de soja**. Viçosa: UFV, 1997. 119p.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2007**. Londrina: Embrapa soja, 2007. 239p.
- GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas. In: ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, 2005. p.451-478.
- HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **O controle de qualidade agregando valor a semente de soja – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 54).
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Agregando valor à semente de soja. **Revista Seed News**, Pelotas, set./out., v.7, n.5, 2003.
- LIMA, W.A.A.; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.S.; MOREIRA, M.A.; DIAS, L.A.S.; PIOVESAN, N.D. Retardamento de colheita como método de diferenciação de genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.186-192, 2007.

- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZNOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceito e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 1, p. 1-21.
- MIRANDA, F.D. **Produção, conteúdo de proteína e óleo no grão da soja: herdabilidades, correlações e seleção de genótipos superiores**. 2006. 74p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- MORAES, R.M.A.; JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS, E.G.; MOREIRA, M.A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.725-729, 2006.
- PERRY, D.A. Report of the vigour test committee 1977-1980. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.9, n.1, p. 115-126, 1981.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- RESENDE, J.C.F.; REIS, M.S.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S. Efeito da época de colheita e condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, n.245, p.17-27, 1996.
- SEDIYAMA, T. **Influência da época de semeadura e do retardamento da colheita sobre a qualidade das sementes e outras características agrônômicas de duas variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1979. 121p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.
- SIMPSON JUNIOR, A.M.; WILCOX, J.R. Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in for high protein soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.23, p.1077-1081, 1983.
- THORNE, J.C.; FEHR, W.R. Incorporation of highprotein, exotic germplasm into soybean populations by 2- and 3-way crosses. **Crop Science**, Madison, v.10, p.652-655, 1970.
- TOLEDO, M.R. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cultivares de soja colhidas em diferentes épocas e horários**. 2008. 80p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T.L.; XIMENES, P.A. Estudo da qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar UFV-1, em quinze épocas de colheita. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Brasília, EMBRAPA/CNPSO/CPAC, p.633-644. 1981.
- YORINORI, J.T. Importância do aspecto sanitário em programas de produção de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 3, Lavras, 1988. **Anais...** Campinas, Fundação Cargill, 1988, p.24-47.



## **2. CAPÍTULO I – QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA E SUA RELAÇÃO COM A EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS EM CAMPO**

RESUMO - O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de estudar, comparativamente, as relações entre a qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas a três épocas de colheita e a emergência das plântulas em campo. Para tanto, no ano agrícola 2007/08 sementes das cultivares UFV-16, Splendor, Vencedora, Confiança, UFV-18, UFV-TN 105, Garantia, e Celeste foram produzidas no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, da UFV, Viçosa, Minas Gerais. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelas cultivares e as subparcelas pelas três épocas de colheita (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias). Em laboratório, as sementes de cada cultivar, época e repetição de campo foram submetidas aos testes de umidade, germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado; em casa de vegetação, ao teste de emergência e índice de velocidade de plântulas em leito de areia; e em campo, ao teste de emergência de plântulas. A análise de variância revelou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) de cultivar e época de colheita em todos os testes realizados. A interação foi significativa ( $p < 0,05$ ) somente no índice de velocidade de emergência de plântulas. A germinação e o vigor foram reduzidos nas sementes colhidas aos 30 dias após o estágio R8, em todas as avaliações, à exceção do teste de envelhecimento acelerado, que revelou queda do vigor nas sementes colhidas com 15 dias de retardamento. Quanto às cultivares, as sementes das cultivares UFV-16, Confiança e Garantia foram as que apresentaram, na maioria dos testes, qualidade fisiológica inferior e as sementes da cultivar Celeste, qualidade fisiológica superior às demais. Houve correlações lineares significativas ( $p < 0,01$ ) para todos os pares de testes utilizados, evidenciando similaridade entre os dados dos testes de avaliação da qualidade fisiológica de sementes com a emergência das plântulas em campo.

Palavras-chave: *Glycine max*, vigor de semente, época de colheita.

## **CHAPTER I – PHYSIOLOGIC QUALITY OF SEEDS FROM SOY CULTIVARS SUBJECTED TO HARVEST DELAY AND ITS RELATION TO PLANTULE EMERGENCE IN THE FIELD**

ABSTRACT - The present work was directed with the aim to study, comparatively, the relations between the physiologic quality of soy seeds subjected to three harvest periods and the plantule emergence in the field. To do this, in the 2007/08 agricultural year seeds from the UFV-16, Splendor, Vencedora, Confiança, UFV-18, UFV-TN 105, Garantia, and Celeste cultivars were produced in the Experimental Field Professor Diogo Alves de Mello, at UFV, Viçosa, Minas Gerais. The experimental random block delineation was used with four repetitions, in subdivided plot schemes. The plots were constituted by the cultivars and the subplots by the three harvest periods (stage R8, R8+15 and R8+30 days). In the laboratory, the seeds from each cultivar, time and field repetition were subjected to the moisture, germination, electric conductivity and quick aging tests; in the greenhouse, to the emergence and rate of speed of plantules in a sand bed test; and in the field, to the plantule emergence test. The variance analysis revealed a significant effect ( $p < 0.01$ ) of cultivar and harvest time in all made tests. The interaction was significant ( $p < 0.05$ ) only in the rate of plantule emergence speed. The germination and vigor were reduced in the seeds harvested 30 days after stage R8, in all the evaluations, with the exception of the quick aging test, which revealed a fall in the vigor of the seeds harvested with a 15 day delay. As for the cultivars, the seeds from the UFV-16, Confiança and Garantia cultivars showed, in most of the tests, a physiologic inferior quality and the seeds from the Celeste cultivar, a physiologic quality superior to the rest. There were significant linear correlations ( $p < 0.01$ ) for all the pairs of tests used, showing a similarity between the test data of the physiologic quality evaluation of seeds with plantule emergence in the field.

Key-words: *Glycine max*, vigour of seed, harvest delay.

## INTRODUÇÃO

Na maturidade fisiológica, as sementes possuem seu máximo potencial de germinação e vigor, entretanto, neste estágio apresentam elevado teor de água, fato que inviabiliza a operação de colheita mecanizada (Marcos Filho, 2005). Logo após este ponto, inicia-se a perda de sua qualidade, pelos processos de deterioração (Sediyama et al, 1981), uma vez que este é um processo natural que envolve a interação de mudanças citológicas, fisiológicas, bioquímicas e físicas das sementes, que resulta na perda do vigor e viabilidade das mesmas (Krzyzanowski et al, 2008). A intensidade e a velocidade desse complexo de mudanças que ocorrem com o passar do tempo, causando prejuízos a sistemas e funções vitais da semente, dependem de fatores genéticos e ambientais (Delouche, 2002).

Após a maturidade fisiológica, as sementes de soja perdem qualidade à medida que se retarda a colheita, principalmente se as condições climáticas forem desfavoráveis (Braccini, 1993). O atraso na colheita da soja normalmente pode expor as sementes a ciclos alternados de elevada e baixa umidade, em virtude da ocorrência de chuvas, o que resulta na deterioração por umidade e, se associado a elevadas temperaturas, mais intensos serão os danos. Tais condições ocorrem frequentemente em regiões tropicais e subtropicais (França Neto et al., 2007).

Diversos trabalhos comprovam que o retardamento de colheita a partir do estágio R8, pode prejudicar a germinação e o vigor de sementes de soja e a intensidade desse efeito depende do tempo de permanência das sementes no campo, das condições climáticas, como temperatura e precipitação, durante esse período e do próprio genótipo (Carraro et al., 1981; Sediyama et al., 1981; Vieira et al., 1982; Resende, 1993; Miranda et al., 1996; Giurizatto, 1998).

Pelo fato de o retardamento de colheita normalmente proporcionar às sementes condições estressantes e estas responderem diferentemente segundo o genótipo, este procedimento pode ser empregado visando a seleção de genótipos de soja para alta qualidade de sementes (França Neto et al., 1994). Em trabalho realizado por Lima et al. (2007), o retardamento de colheita de 15 dias após o estágio R8 mostrou-se eficaz para diferenciar genótipos de soja quanto à qualidade de sementes.

O teste de germinação, como método de avaliação da qualidade fisiológica das sementes, é realizado em condições controladas de umidade, temperatura e aeração, cujos resultados frequentemente não correspondem ao desempenho apresentado pelas sementes, quando submetidas às condições de campo. Isto se deve à ocorrência de

ampla diversidade de condições ambientais em que as sementes estão sujeitas no campo, por ocasião da semeadura, e que podem afetar o estabelecimento inicial da cultura (Vieira et al., 1994).

A relação entre os testes de laboratório e a emergência de plântulas em campo depende diretamente das condições do ambiente, de modo que a capacidade dos resultados se correlacionarem diminui à medida que as condições de ambiente se distanciam das mais adequadas (Marcos Filho, 1999).

Tecnologistas e produtores de sementes têm buscado métodos mais confiáveis e possíveis de serem padronizados, para determinar o real potencial de desempenho de um lote de sementes, tendo os testes de vigor despertado grande interesse, no sentido de identificar possíveis diferenças na qualidade fisiológica entre os lotes. Entretanto, o vigor, pela sua própria característica de complexidade, nem sempre pode ser avaliado completamente por apenas um teste, razão pela qual se recomenda a utilização de vários testes, a fim de obter informações mais precisa quanto à qualidade fisiológica de um lote de sementes (Marcos Filho et al., 1987).

Os testes de vigor são agrupados, segundo os princípios que norteiam suas metodologias. Entre os testes classificados como de resistência a estresse, tem-se os testes de envelhecimento acelerado, deterioração controlada e o teste de frio. Dentre os testes fisiológicos, tem-se a velocidade de germinação, a primeira contagem de germinação, o comprimento e a biomassa seca das plântulas. Dos testes bioquímicos destacam-se os testes de tetrazólio e condutividade elétrica (Marcos Filho, 2005).

Para que o teste seja eficiente, é preciso apresentar boa correlação com a emergência das plântulas em campo, tendo em vista que é no campo, onde as condições climáticas são bastante variadas, que o sucesso no estabelecimento inicial será analisado.

Pesquisas tem sido conduzidas visando a obtenção de informações sobre o vigor de sementes de soja. Algumas metodologias têm sido propostas, testadas e comparadas, objetivando correlacionar os testes em laboratório com a emergência de plântulas em campo (Guarnieri, 2006), inclusive, valendo-se do retardamento de colheita, a fim de imprimir diferenciação de vigor das sementes entre genótipos (Santos et al., 2005). Entretanto, conforme demonstrado por Schuab et al. (2006), considerar unicamente a análise de correlação não é suficiente para interpretar os resultados entre os testes de laboratório e de emergência das plântulas em campo, haja vista que a utilização de testes de médias, tem se mostrado mais eficiente em estudos da qualidade fisiológica de sementes (Marcos Filho, 1999), o que demonstra a necessidade do emprego de diversos

testes de vigor e comparar os resultados entre si. Portanto, ainda têm sido relativamente pouco explorados trabalhos voltados para a comparação dos resultados obtidos em diferentes testes de avaliação da qualidade fisiológica das sementes entre si, e o de emergência das plântulas em campo.

Desta forma, objetivou-se estudar, comparativamente, as relações entre a qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas a três épocas de colheita e a emergência das plântulas em campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Obtenção das sementes

O trabalho foi realizado no Laboratório de Melhoramento de Soja e Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia/UFV, Viçosa, Minas Gerais. Para tanto, no ano agrícola 2007/2008 foram multiplicadas no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, localizado em Viçosa e pertencente ao mesmo Departamento, sementes de oito cultivares de soja de diferentes ciclos de maturação: semi-precoce (Confiança), médio (UFV-16, Splendor e Vencedora), semi-tardio (UFV-TN 105 e Garantia) e tardio (UFV-18 e Celeste). A colheita foi realizada em três épocas: estágio R8 (quando 95% das vagens apresentam coloração típica de vagem madura), 15 e 30 dias após este estágio.

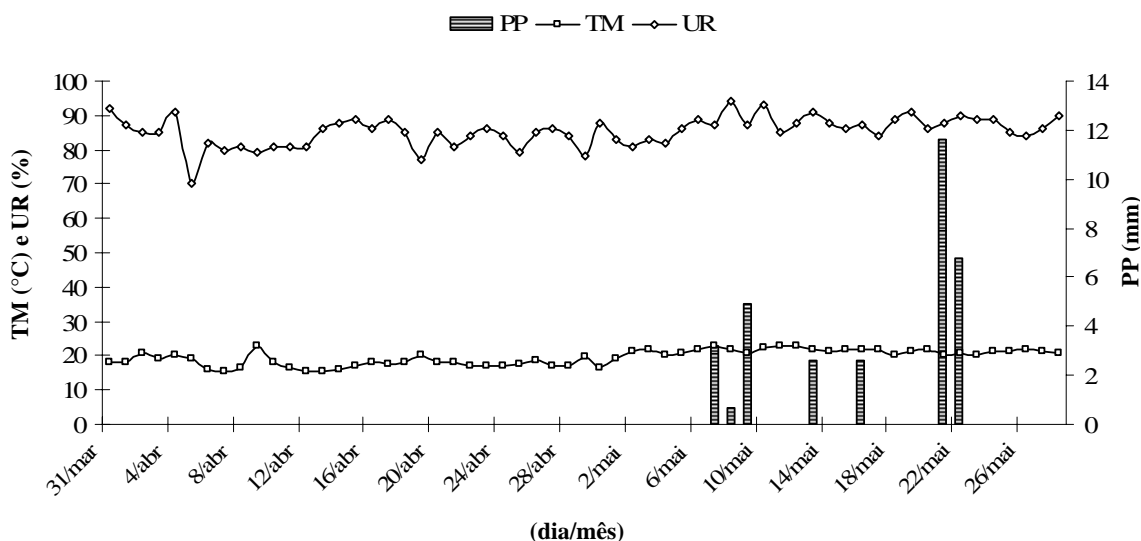
O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições no modelo de parcelas subdivididas, onde as parcelas foram representadas pelas oito cultivares e as subparcelas pelas três épocas de colheita. Cada parcela foi constituída de 8 fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas entre si de 0,5 m e as subparcelas formadas por duas destas fileiras, sendo duas remanescentes laterais como bordaduras da parcela experimental.

O solo foi preparado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. A adubação foi realizada com o formulado 8-28-16 com base na recomendação de 250 kg.ha<sup>-1</sup> e a semeadura se deu em 30 de novembro de 2007 com as sementes previamente tratadas com fungicida da marca comercial Derosal Plus<sup>®</sup> (carbendazim + tiram) na dosagem de 200 mg.100 kg<sup>-1</sup> de semente. Após a emergência das plântulas, foi feito desbaste objetivando um estande de 10 a 12 plantas.m<sup>-1</sup>. Os demais tratos culturais e controle fitossanitário foram conduzidos segundo as recomendações para cultura.

Iniciaram-se as colheitas em 31 de março, prolongando-se até 28 de maio de 2008. À medida que estas foram ocorrendo, as plantas foram postas em ambiente sombreado e posteriormente trilhadas em máquina trilhadora estacionária, e as sementes submetidas à limpeza e passadas em peneiras de crivo circular com diâmetro de 4,76 e 5,16 mm. Em seguida, foram acondicionadas em sacos de tecido de algodão e mantidas na condição ambiente no referido laboratório.

Os dados meteorológicos no período de colheita foram fornecidos pelo Setor de Meteorologia do Departamento de Engenharia Agrícola/UFV, e encontram-se sumarizados na Figura 1. Observa-se que durante todo o período de colheita, a umidade

relativa do ar manteve-se relativamente alta, com mínima de 70% e máxima de 92%; a temperatura média oscilou entre 15,5 e 23,1 °C; enquanto que precipitação pluvial ocorreu apenas nos últimos vinte e cinco dias de colheita, de forma esparsa e em pequenos volumes, onde a maior precipitação registrada foi de 11,6 mm.



**FIGURA 1** - Dados diários de temperatura média do ar (TM), de umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial (PP) no período de colheita de sementes de oito cultivares de soja (31 de março a 28 de maio de 2008).

Concluída a colheita da última época (R8+30 dias) de todas as cultivares, amostras das sementes foram submetidas ao teste de umidade e ao teste de germinação. Após estas análises, permaneceram armazenadas sob condição ambiente até o início dos demais testes.

### 2.2.2 Determinação do teor de água

Para determinação do teor de água das sementes, foi adotado o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C durante 24 horas (Brasil, 1992). Utilizaram-se duas subamostras de 25 sementes de cada tratamento e repetição de campo. Os resultados foram expressos em porcentagem média, como pode ser observado na Tabela 4.

### 2.2.3 Teste de germinação

Foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes, para cada tratamento e repetição de campo. As sementes foram colocadas entre três folhas de papel-toalha umedecidas com água destilada, utilizando-se a quantidade de água equivalente a três vezes a massa do papel seco. Após confeccionados os rolos, estes foram levados para germinador regulado para temperatura constante de  $25 \pm 2$  °C. As avaliações foram

realizadas aos cinco (primeira contagem) e oito (contagem final) dias após a instalação do teste (Brasil, 1992).

#### **2.2.4 Teste de envelhecimento acelerado**

Aproximadamente 250 sementes foram distribuídas sobre uma tela de alumínio fixada no interior de caixas plásticas tipo “gerbox” (11,0x11,0x3,0 cm), contendo 40 mL de água destilada. Os gerbox foram mantidos em incubadora BOD a 41 °C durante 48 horas. Após este período, 200 sementes/tratamento, distribuídas em quatro subamostras de 50 sementes, foram colocadas para germinar (teste de germinação), como já descrito. A avaliação foi realizada no quinto dia após semeadura, computando-se a percentagem de plântulas normais por tratamento e repetição de campo. As sementes remanescentes foram divididas em duas subamostras para se determinar o teor de água, adotando-se a metodologia anteriormente citada (Aosa, 1983).

#### **2.2.5 Teste de condutividade elétrica**

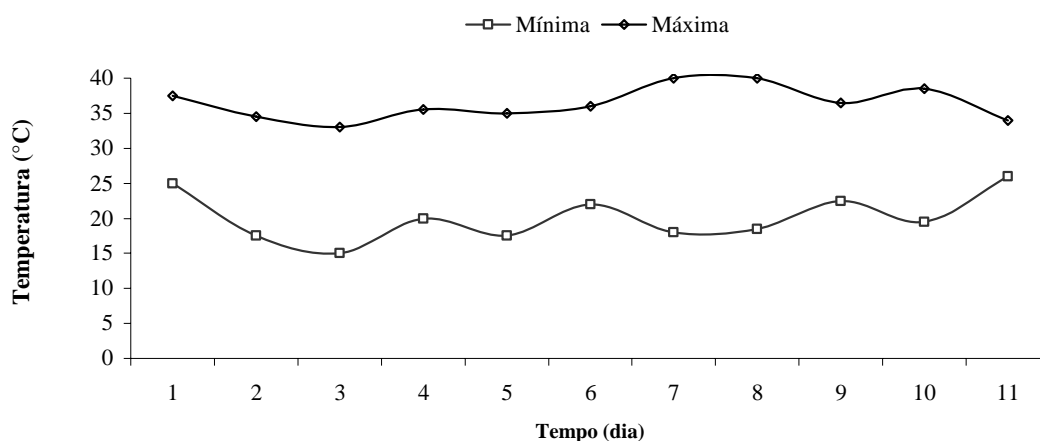
Duas subamostras de 50 sementes de cada tratamento e repetição de campo foram colocadas em copos plásticos com capacidade de 300 mL e pesadas em balança analítica de precisão 0,001 g e, em seguida, adicionado 75 mL de água destilada em cada recipiente. Os recipientes foram colocados em BOD regulada para temperatura constante de 25 °C. Após 24 horas de incubação, as sementes foram agitadas suavemente, para homogeneização da solução, e realizada a leitura da condutividade elétrica com condutivímetro DIGIMED CD-31. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

#### **2.2.6 Teste de emergência de plântulas em leito de areia**

Conduziu-se este teste em casa de vegetação, utilizando-se duas subamostras de 50 sementes de cada tratamento e repetição de campo, semeadas em bandejas plásticas contendo areia lavada e desinfetada. Diariamente, foram realizadas irrigações moderadas a fim de manter o substrato sempre úmido. As contagens de plântulas emergidas foram diárias até o 11<sup>o</sup> dia, ocasião em que estabilizou-se o número de plântulas com o primeiro par de folhas unifolioladas completamente abertas. O resultado foi expresso em percentagem de plântulas emergidas.

Durante a condução do teste de emergência de plântulas em leito de areia em casa de vegetação, as temperaturas mínima, máxima e média foram em torno de 20, 36 e 28 °C, respectivamente (Figura 2).





**FIGURA 2** - Temperatura mínima e máxima do ar durante o teste de emergência de plântulas em leito de areia em casa de vegetação.

### 2.2.7 Índice de velocidade de emergência de plântulas em leito de areia

Conjuntamente ao teste de emergência de plântulas em leito de areia, por meio da contagem diária, obteve-se o índice de velocidade de emergência de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

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

onde:

- 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.

### 2.2.8 Teste de emergência de plântulas em campo

Duas subamostras de 50 sementes de cada tratamento e repetição de campo foram semeadas na profundidade de aproximadamente 3,0 cm, dispostas em fileiras de 1 m de comprimento e 0,5 m entre linhas. Observações foram realizadas diariamente e, logo que constatada a estabilidade do número de plântulas emergidas, ou seja, a maioria das plântulas apresentando o primeiro par de folhas unifolioladas completamente abertas, procedeu-se à contagem das plântulas, o que ocorreu no 13º dia após a semeadura. Calculou-se, posteriormente, a porcentagem de emergência.

### 2.2.9 Análise estatística

Os dados obtidos nas avaliações (ensaios) foram submetidos aos testes de normalidade (Teste de Lillifors) e homogeneidade de variâncias residuais entre os tratamentos (Teste de Cochran) antes de se proceder às análises de variância e de

correlação. As comparações entre médias foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de percentuais do teste de envelhecimento acelerado foram previamente transformados em arcoseno  $\sqrt{x/100}$  para realização da análise de variância e, posteriormente, destransformados para apresentação em tabela. Utilizou-se o software SAS (Delwiche e Slaughter, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2, encontra-se o resumo da análise de variância dos dados de primeira contagem e contagem final do teste de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência de plântulas em leito de areia, índice de velocidade de emergência de plântulas em leito de areia e emergência de plântulas em campo de sementes de oito cultivares de soja submetidas a três épocas de colheita (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias).

**TABELA 1** - Resumo da análise de variância dos dados de primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GER), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias).

F.V	GL	Quadrados Médios			
		PCG	GER	EA <sup>1</sup>	CE
Bloco	3	95,3715	96,75	101,4027	215,5659
Cultivar (C)	7	1078,9628**	1076,00**	407,2797**	484,1056**
Resíduo (a)	21	176,1413	174,0515	52,1488	119,9151
Época (E)	2	2151,2604**	2158,0729**	3191,6979**	1880,8229**
E x C	14	73,3199	73,5848	42,0074	23,7395
Resíduo (b)	48	61,7430	62,2847	32,2326	42,2361
Média		75%	75%	88%	59 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$
C.V.a (%)		17,7	17,6	11,4	18,5
C.V.b (%)		10,5	10,5	9,0	11,0

\*\* F significativo a 1% de probabilidade; \* F significativo a 5% de probabilidade; <sup>1</sup> valores transformados em arcoseno  $\sqrt{x/100}$  para análise de variância e posteriormente, as médias foram destransformadas.

**TABELA 2** - Resumo da análise de variância dos dados de emergência de plântulas em leito de areia (EMERGA), índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) e emergência de plântulas em campo (EMERGC) de sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias).

F.V	GL	Quadrados Médios		
		EMERGA	IVE	EMERGC
Bloco	3	209,1666	7,4002	150,2638
Cultiva (C)	7	491,4047**	7,0290**	524,2321**
Resíduo (a)	21	106,7539	1,3348	132,1686
Época (E)	2	3190,625**	17,2507**	2147,5417**
E x C	14	82,3869	0,9084*	38,7321
Resíduo (b)	48	63,1388	0,4436	28,3888
Média		85%	7,5	79%
C.V.a (%)		12,1	15,4	14,6
C.V.b (%)		9,3	8,8	6,8

\*\* F significativo a 1% de probabilidade; \* F significativo a 5% de probabilidade.

Em todas as variáveis analisadas houve efeito significativo, a 1% de probabilidade, de cultivar e de época de colheita. A interação, cultivar x época foi significativa ( $p < 0,05$ ) apenas na variável índice de velocidade de emergência de plântulas em leito de areia.

### 2.3.1 Teste de germinação

A porcentagem média de germinação das sementes na segunda contagem foi praticamente a mesma apresentada por ocasião da primeira contagem. Este comportamento é explicado pela elevada incidência de fungos nas sementes, o que impediu que muitas sementes alcançassem a segunda contagem em condições aptas para germinarem. Tal ocorrência de fungos é comum em sementes oriundas do retardamento de colheita, sendo dois patógenos (*Fusarium* spp. e *Phomopsis* spp.) os que mais interferem nos resultados do teste de germinação (Henning, 2005).

Na Tabela 3, observa-se que a porcentagem de germinação das sementes colhidas nos estádios R8 e R8+15 dias não diferiu entre si, diferindo apenas da germinação das sementes submetidas ao retardamento de 30 dias após aquele estágio. Os resultados evidenciam que o retardamento da colheita de 30 dias após o estágio R8 reduziu significativamente a germinação das sementes. Esse efeito negativo do retardamento da colheita sobre a porcentagem de germinação das sementes ratifica o que foi relatado por diversos pesquisadores (Sediyama, 1979; Rocha, 1982; Braccini, 1993; Dias, 1999; Braccini, 2000).

**TABELA 3** – Porcentagem final de germinação de sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	74	73	48	65 bc
Splendor	84	77	67	76 abc
Vencedora	86	83	68	79 ab
Confiança	82	76	60	73 abc
UFV-18	84	78	71	78 abc
UFV-TN 105	86	84	75	82 ab
Garantia	68	60	53	60 c
Celeste	92	91	88	90 a
Média	82 A	78 A	66 B	75

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Quanto ao comportamento das cultivares, verifica-se diferença significativa da germinação das sementes da cultivar Celeste em relação à Garantia e Ufv-16, que por

sua vez, não diferiram entre si. Também se observa diferença da cultivar Garantia em relação à Vencedora e UFV-TN 105. Assim, a cultivar Celeste foi a que apresentou melhor desempenho, embora não diferindo de outras cinco cultivares, as quais tiveram comportamento intermediário, com germinação das sementes variando entre 73 a 82%. Os menores percentuais de germinação ocorreram nas sementes das cultivares Garantia (60%) e UFV-16 (65%). Estes valores indicam que as sementes das cultivares Splendor, Vencedora e UFV-18 poderiam ser comercializadas como semente básica, já que apresentaram porcentagem de germinação mínima de 75%. Por outro lado, as sementes das cultivares UFV-TN 105 e Celeste apresentaram padrão para serem comercializadas como sementes certificadas (C1 e C2), uma vez que tiveram porcentagem de germinação acima de 80%, ou seja, o mínimo exigido para comercialização de sementes desta classe.

O comportamento diferenciado entre cultivares também foi evidenciado por alguns pesquisadores (Santos et al., 1996; Giurizatto et al., 2003; Lima et al., 2007; Toledo, 2008), o que torna o retardamento de colheita um método eficaz para diferenciar genótipos quanto à qualidade fisiológica de sementes de soja.

Apesar da precipitação pluvial ter ocorrido somente na fase final de colheita (Figura 1), é possível que a elevada umidade relativa do ar tenha contribuído mais intensamente para o processo de deterioração das sementes, através do processo contínuo de hidratação e dessecação das sementes, o que pode ter promovido um desarranjo das membranas celulares, reduzindo a qualidade fisiológica das sementes e proporcionado condições favoráveis para uma maior incidência dos fungos fitopatogênicos, os quais interferiram no teste de germinação.

### **2.3.2 Teste de envelhecimento acelerado**

Observam-se na Tabela 4, os valores percentuais do teor de água das sementes antes e após serem submetidas ao envelhecimento acelerado. Inicialmente as sementes continham entre 12,4 e 12,8% e, após o efeito do envelhecimento acelerado, o teor de água elevou-se a valores acima de 30%. Tal incremento do teor de água ocorre em função da condição de temperatura e umidade imposta pelo método. Estes valores de umidade das sementes após o envelhecimento acelerado não apresentaram muita variação, o que sugere a boa condução do referido teste.

**TABELA 4** - Teor de água (%) das sementes antes e após o teste de envelhecimento acelerado (EA) de sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias).

Cultivar	Antes do EA			Após EA		
	R8	R8 + 15	R8 + 30	R8	R8 + 15	R8 + 30
UFV-16	12,2	12,3	12,4	30,0	31,6	32,8
Splendor	12,6	12,8	12,9	33,8	30,4	34,6
Vencedora	12,6	12,7	12,9	31,5	32,5	34,3
Confiança	12,3	12,4	12,0	30,4	32,6	34,9
UFV-18	12,2	12,8	13,4	31,6	33,0	34,0
UFV-TN 105	12,9	12,4	13,0	31,5	32,0	36,0
Garantia	12,4	12,4	12,8	35,3	30,1	34,1
Celeste	12,2	12,5	12,6	31,0	32,5	33,9
Média	12,4	12,5	12,8	31,9	31,8	34,3

Na Tabela 5, encontram-se os valores de porcentagem de germinação após o envelhecimento acelerado. Houve diferença significativa entre as três épocas de colheita, onde se verifica que o retardamento de colheita de 15 dias após o estágio R8 foi suficiente para provocar redução significativa da germinação das sementes, ao contrário do verificado no teste de germinação, em que só foi observada redução da germinação nas sementes que foram colhidas 30 dias após o estágio R8.

**TABELA 5** – Porcentagem média de germinação após envelhecimento acelerado de sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	92	84	61	79 c
Splendor	95	89	79	88 abc
Vencedora	96	96	84	92 ab
Confiança	90	88	74	84 c
UFV-18	96	93	75	88 abc
UFV-TN 105	96	96	86	93 ab
Garantia	90	89	79	86 bc
Celeste	97	96	88	94 a
Média	94 A	92 B	78 C	88

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Valores transformados em arcoseno  $\sqrt{x/100}$  para análise de variância e posteriormente, as médias foram destransformadas.

Quanto às cultivares, pode-se constatar que a cultivar Celeste diferiu estatisticamente das cultivares Garantia, Confiança e UFV-16, sendo que estas duas últimas diferiram também das cultivares Vencedora e UFV-TN 105. Esses resultados

são semelhantes aos obtidos no teste de germinação, onde se destacou com melhor germinação a cultivar Celeste e com piores resultados as cultivares Garantia e UFV-16.

Braccini et al. (2003), trabalhando com sementes de soja colhidas nos estádios R8 e R8+30 dias, e Toledo (2008), com sementes colhidas nos estádios R8 e R8+15 dias e em diferentes horários, observaram através dos resultados do teste de envelhecimento acelerado que as sementes de soja apresentaram redução da qualidade fisiológica com o retardamento da colheita. Constataram também o comportamento diferenciado entre cultivares.

Esses resultados ratificam o teste de envelhecimento acelerado como método eficiente para a identificação de diferenças da qualidade fisiológica de sementes de soja (Rossetto e Marcos Filho, 1995; Dutra e Vieira, 2004). Entretanto, de acordo com Torres et al. (2004) apesar de o teste de envelhecimento acelerado permitir uma estimativa precisa da emergência das plântulas em campo, sua sensibilidade diminui quando as condições ambientais são desfavoráveis por ocasião do teste de emergência de plântulas em campo.

### **2.3.3 Teste de condutividade elétrica**

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios obtidos no teste de condutividade elétrica. Observa-se que as épocas de colheita das sementes no estádio R8 e R8+15 dias não diferiram entre si, mas ambas diferiram da colheita aos 30 dias após o estádio R8. Os mesmos resultados foram evidenciados no teste de germinação das sementes. No entanto, em relação às cultivares, os resultados foram parcialmente diferentes dos obtidos nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado das sementes, em que se observou diferença significativa apenas entre a cultivar Garantia em relação à Splendor e Vencedora.

Destaca-se o fato de evidenciar a cultivar Garantia como sendo de qualidade inferior, confirmando os resultados obtidos nos testes de germinação e envelhecimento acelerado. Porém, quanto à cultivar UFV-16, os resultados não confirmam os obtidos nos testes anteriores, uma vez que no teste de condutividade elétrica essa cultivar figura entre as cultivares de qualidade intermediária à superior, o que não ocorreu nos demais testes.

**TABELA 6** - Médias da condutividade elétrica dos lixiviados ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	56	60	74	63 ab
Splendor	45	51	60	52 a
Vencedora	48	46	63	52 a
Confiança	54	56	70	60 ab
UFV-18	58	68	73	66 ab
UFV-TN 105	55	55	63	58 ab
Garantia	62	67	78	69 b
Celeste	49	52	63	55 ab
Média	53 A	57 A	68 B	59

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A perda da integridade das membranas, sugeridas no teste de germinação para explicar a infecção por fungos e a conseqüente redução da germinação, pode ser comprovada pelos resultados do presente teste, onde foi observado um incremento na condutividade dos eletrólitos lixiviados pelas sementes colhidas aos 30 dias após o estágio R8. Os resultados ratificam os relatos de Barros e Marcos Filho (1997), em que os resultados advindos do teste de condutividade elétrica são confiáveis e utilizáveis em programas de controle de qualidade de sementes de soja.

Santos et al. (2005) não verificaram diferenças entre materiais genéticos mediante os resultados do teste de condutividade elétrica das sementes colhidas no estágio R8, o mesmo não ocorrendo com as sementes colhidas aos 15 e 30 dias após este estágio, onde observaram um acréscimo da condutividade elétrica dos exsudatos das sementes e de maneira diferente para cada cultivar.

### 2.3.4 Teste de emergência de plântulas em leito de areia

Na Tabela 7, constam os valores da porcentagem de emergência de plântulas em leito de areia. A exemplo do verificado em outros testes para avaliação da qualidade fisiológica, no teste de emergência em leito de areia, evidenciou-se diferença significativa entre as épocas de colheita somente quando as sementes foram colhidas 30 dias após o estágio R8.

Em relação às cultivares, o comportamento destas foi similar ao evidenciado na maioria dos testes, onde ocorreu diferença significativa entre a maioria das cultivares e a Ufv-16, ratificando as sementes desta cultivar como sendo de qualidade inferior, seguida pela cultivar Confiança, apesar desta ter diferido apenas da Celeste.



**TABELA 7** - Médias da porcentagem de emergência de plântulas em leito de areia de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	88	79	55	74 c
Splendor	96	86	82	88 ab
Vencedora	96	92	80	89 ab
Confiança	87	85	61	78 bc
UFV-18	96	89	79	88 ab
UFV-TN 105	94	94	81	89 ab
Garantia	94	91	73	86 abc
Celeste	96	96	85	92 a
Média	93 A	89 A	74 B	85

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os valores observados no presente teste foram bem superiores aos do teste de germinação. Este resultado era esperado, pois segundo França Neto e Henning (1992), a germinação de sementes em areia ou no solo é menos afetada por fungos, especialmente aqueles restritos ao tegumento.

### 2.3.5 Índice de velocidade de emergência de plântulas em leito de areia

Diferentemente dos demais testes para determinação da qualidade fisiológica, o índice de velocidade de emergência em leito de areia foi o único que apresentou interação significativa, cultivar x época, como está destacado na Tabela 8. Observa-se que nas duas primeiras épocas de colheita o comportamento das cultivares não diferiu entre si. No entanto, na terceira época de colheita, verificou-se o comportamento diferenciado entre cultivares.

Analisando a terceira época de colheita, observa-se que, em função de terem apresentadas as menores velocidades de emergência, as cultivares Ufv-16 e Confiança diferiram da Celeste, embora não diferindo das demais cultivares. Além disso, estas duas cultivares aliadas à Splendor e Garantia, quando colhidas aos 30 dias após o estágio R8 tiveram resultados inferiores aos verificados nas duas primeiras épocas de colheita, mostrando, desta forma, serem menos tolerantes aos fatores causadores de deterioração quando mantidas em campo até 30 dias após o estágio R8.

**TABELA 8** - Médias do índice de velocidade de emergência de plântulas em leito de areia de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

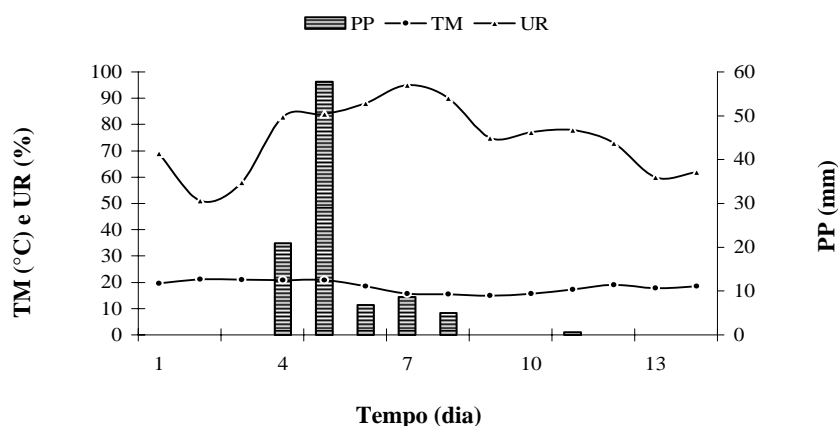
Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	7,6 Aa	6,8 Aa	4,9 Bb	6,4
Splendor	8,3 Aa	7,3 ABa	6,8 Bab	7,4
Vencedora	8,1 Aa	8,0 Aa	7,1 Aab	7,8
Confiança	8,0 Aa	7,1 Aa	5,3 Bb	6,8
UFV-18	8,0 Aa	7,3 Aa	7,1 Aab	7,5
UFV-TN 105	8,3 Aa	8,3 Aa	7,4 Aab	8,0
Garantia	8,3 Aa	7,9 ABa	6,8 Bab	7,6
Celeste	9,1 Aa	9,0 Aa	8,8 Aa	9,0
Média	8,2	7,7	6,8	7,5

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula coluna e na maiúscula na linha, não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os resultados do índice de velocidade de emergência apresentados corroboram com os obtidos por Dias et al. (2005), que observaram redução da velocidade de emergência de plântulas com o retardamento da colheita de 30 dias após o estágio R8.

### 2.3.6 Teste de emergência de plântulas em campo

Os dados diários de temperatura média, umidade relativa do ar e de precipitação durante o período de condução do teste de emergência de plântulas em campo estão apresentados na Figura 3. Observa-se que a temperatura média esteve entre 15 e 21,1 °C. Apesar de baixa, aparentemente não interferiu sobre o teste. Houve o registro de precipitação pluvial, sendo o maior volume (57,8 mm) ocorrido no quinto dia após instalação do ensaio e quanto à umidade relativa do ar, no início apresentou-se baixa, e em seguida, elevou-se a níveis acima de 90% por ocasião das precipitações e posteriormente, voltou a apresentar queda acentuada até a conclusão do teste.



**FIGURA 3** - Dados diários de temperatura média do ar (TM); umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial (PP) durante a condução do teste de emergência de plântulas em campo.

Na Tabela 9, encontram-se os resultados médios da porcentagem de emergência de plântulas em campo. Constatou-se que as sementes colhidas na terceira época (30 dias após o estágio R8), apresentaram emergência significativamente inferior às colhidas nos estágios R8 e R8+15 dias. Este efeito negativo da colheita apenas aos 30 dias após o estágio R8 na qualidade fisiológica das sementes foi também observado nos demais testes, com exceção do teste de envelhecimento acelerado, no qual foi detectada redução significativa na qualidade das sementes colhidas também aos 15 dias após o estágio R8.

Quanto às cultivares, observa-se que a maioria não diferiu entre si, com exceção da UFV-16 que apresentou qualidade inferior às demais. Apesar de não se verificar a diferença estatística entre a maioria das cultivares, é possível agrupá-las em três categorias, de acordo com os valores de porcentagem de emergência apresentados: com qualidade inferior, como já mencionado, destaca-se a UFV-16 (65%); com qualidade intermediária têm-se as cultivares Confiança, Splendor e Garantia, que apresentaram respectivamente 76, 77 e 79% de emergência; e com emergência acima de 80%, destacam-se as demais cultivares, representando as de sementes com qualidade fisiológica superior.

Como no teste de emergência de plântulas em leito de areia, a emergência de plântulas em campo também se mostrou superior à germinação das sementes em rolo de papel, confirmando os relatos de França Neto e Henning (1992).

**TABELA 9** - Médias da porcentagem de emergência de plântulas em campo de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estágio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	75	72	49	65 b
Splendor	83	79	69	77 ab
Vencedora	88	88	76	84 a
Confiança	82	78	67	76 ab
UFV-18	89	89	71	83 a
UFV-TN 105	90	88	75	84 a
Garantia	86	80	71	79 ab
Celeste	87	87	79	84 a
Média	85 A	82 A	70 B	79

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Apesar de a emergência de plântulas em leito de areia e em campo ter sido superior aos resultados de germinação de sementes em rolo de papel, os três testes

apresentaram similaridade entre seus respectivos resultados, uma vez que somente com o retardamento da colheita por 30 dias após o estágio R8 foi suficiente para promover a redução de emergência e germinação de plântulas, e da mesma forma, foi o comportamento diferenciado das cultivares, em que as sementes da UFV-16, Confiança e Garantia apresentaram qualidade fisiológica inferior às demais.

### 2.3.7 Correlação entre os testes

Na Tabela 10, verifica-se que as correlações lineares ou de Pearson foram significativas ao nível de 1% de probabilidade para todos os pares de testes utilizados para avaliação da qualidade fisiológica das sementes das oito cultivares de soja submetidas às três épocas de colheita. Todas as correlações foram positivas, com exceção apenas quanto à correlação com os dados do teste de condutividade elétrica. Este fato é explicado pelo próprio princípio do teste, ou seja, o aumento da liberação de eletrólitos pela semente é inversamente proporcional à qualidade fisiológica das mesmas (Marcos Filho et al., 1990; Dias e Marcos Filho, 1996).

**TABELA 10** – Estimativa dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas nos testes de avaliação da qualidade fisiológica: primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GER), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em leito de areia (EMERGa), índice de velocidade de emergência de plântulas em leito de areia (IVE), emergência de plântulas em campo (EMERGC) e condutividade elétrica (CE) de sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias).

Variável	GER (%)	EA (%)	EMERGa (%)	IVE	EMERGC (%)	CE ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ )
PCG (%)	0,999**	0,748**	0,721**	0,664**	0,697**	-0,687**
GER (%)		0,749**	0,721**	0,664**	0,696**	-0,687**
EA (%)			0,834**	0,726**	0,827**	-0,690**
EMERGa (%)				0,854**	0,797**	-0,641**
IVE					0,705**	-0,483**
EMERGC (%)						-0,587**

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Pode-se constatar a similaridade entre os resultados dos testes de avaliação da qualidade fisiológica de sementes com a emergência das plântulas em campo. Sedyama (2008), também estudando a qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em diferentes épocas, encontrou resultados similares, em que evidenciou a boa correlação dos resultados obtidos em diversos testes de avaliação da qualidade fisiológica.

Resultados semelhantes foram observados por Schuab et al. (2006), que comparando diferentes testes para avaliação do vigor de sementes de soja, observou que a maioria dos testes utilizados correlacionaram-se com a emergência das plântulas em campo. O contrário foi evidenciado por Guarnieri (2006), que concluiu que nenhum método empregado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja manteve a mesma ordem de classificação dos lotes obtida com a emergência em campo.

De acordo com Schuab et al. (2002), a relação entre os resultados dos testes para avaliação da qualidade de sementes e o desempenho em campo está diretamente relacionada com as condições ambientais, uma vez que, segundo Marcos Filho (1999), a capacidade dos testes conduzidos em laboratório para estimar o potencial de emergência das plântulas no campo diminui à medida que as condições de ambiente vão se desviando das mais adequadas, tornando-se praticamente nula sob condições extremamente desfavoráveis.

## CONCLUSÕES

- A germinação e o vigor foram reduzidos nas sementes colhidas aos 30 dias após o estágio R8;
- Sementes das cultivares UFV-16, Confiança e Garantia foram as que apresentaram, na maioria dos testes, qualidade fisiológica inferior e as sementes da cultivar Celeste, qualidade fisiológica superior às demais;
- Houve correlações lineares significativas para todos os pares de testes utilizados, evidenciando similaridade entre os dados dos testes de avaliação da qualidade fisiológica de sementes com a emergência das plântulas em campo.

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BARROS, A.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.19, n.2, p.288-294, 1997.
- BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, F.E.I.; SCHUAB, S.R.P. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época norma e após o retardamento da colheita. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.449-457, 2003.
- 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 Agronomy**, Maringá, v.22, n.4, p.1017-1022, 2000.
- BRACCINI, A.L. **Avaliação da qualidade fisiológica da semente de linhagens e variedade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com graus de impermeabilidade do tegumento**. Viçosa: UFV, 1993. 109p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF, 1992. 365p.
- CARRARO, I.M.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; REIS, M.S.; THIÉBAUT, J.T.L. Influência do retardamento de colheita sobre a qualidade das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Brasília, EMBRAPA/CNPSo/CPAC, 1981. p.661-675.
- DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Revista Seed News**, Pelotas, v.6, n.6, 2002.
- DELWICHE, L.D.; SLAUGHTER, S.J. **The littler SAS book: a primer**. Cary: SAS Institute, 2003. 268p.
- DIAS, A.C.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; MOREIRA, M.A.; ROCHA, V.S. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sem lipoxigenases. **Revista Ceres**, Viçosa, v.52, n.301, p.453-466, 2005.
- DIAS, A.C.P. **Atividade de lipoxigenases durante a germinação e qualidade fisiológica de sementes de soja**. 1999. 53p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.3142, 1996.

- DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.715-721, 2004.
- FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **DIACOM**: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 22p. (EMBRAPA CNPSO. Circular Técnica, 10).
- FRANÇA NETO, J.B., HENNING, A.A., KRZYZANOWSKI, F.C. Seed production and technology for the tropics. In: \_\_\_\_\_. **Tropical soybean: improvement and production**. Rome: FAO, 1994. p.217-240.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, P.G.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 40).
- GIURIZATTO, M.I.K.; SOUZA, L.C.F.; ROBAINA, A.D.; GONÇALVES, M.C. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p.771-779, 2003.
- GIURIZATTO, M.I.K. **Efeito de semeadura, de retardamento de colheita e de coloração do tegumento, sobre a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1998. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados, 1998.
- GUARNIERI, K.C.S. **Comparação de métodos para avaliar o desempenho de lotes de sementes de soja**. Pelotas: UFPEL, 2006. 26p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, 2006.
- HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **O controle de qualidade agregando valor a semente de soja – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 54).
- LIMA, W.A.A.; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.S.; MOREIRA, M.A.; DIAS, L.A.S.; PIOVESAN, N.D. Retardamento de colheita como método de diferenciação de genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.186-192, 2007.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceito e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 1, p. 1-21.



- MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVEMBRE, 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.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba, ESALQ, 1987. 230p.
- MIRANDA, G.V.; SOUZA, P.I.M.; MOREIRA, C.T.; SPEHAR, C.R. Efeito de épocas de colheita sobre a qualidade física e fisiológica de sementes da soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, n.249, p.663-673, 1996.
- RESENDE, J.C.F. **Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes épocas de colheita e condições de armazenamento**. 1993. 115p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- ROCHA, V.S. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em três épocas de colheita**. 1982. 109p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.
- ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.123-131, 1995.
- SANTOS, M.R.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja submetidas a diferentes épocas de colheita e correlações com a emergência de plântulas no campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.52, n.302, p.535-554, 2005.
- SANTOS, V.L.M.; SILVA, R.F.; CARDOSO, A.A.; SEDIYAMA, T. Avaliação da produtividade e da qualidade das sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), colhidas na maturação fisiológica e trinta dias após o ponto de colheita. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.50-56, 1996.
- SCHUAB, S.R.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; FRANÇA NETO, J.B.; MESCHÉDE, D.K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.4, p.553-561, 2006.
- SCHUAB, S.R.P.; BRACCINI, A.L.; FRANÇA NETO, J.B.; SCAPIM, A.L.; MESCHÉDE, D.K. Utilização da taxa de crescimento das plântulas na avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.24, n.2, p.90-95, 2002.
- SEDIYAMA, C.A.Z. **Qualidade fisiológica e pré-condicionamento de sementes de cultivares de soja de diferentes grupos de maturidade em três épocas de colheita**. 2008. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

- SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; 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, Minas Gerais. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Brasília, EMBRAPA/CNPSo/CPAC, 1981. p.645-660.
- SEDIYAMA, T. **Influência da época de semeadura e do retardamento da colheita sobre a qualidade das sementes e outras características agronômicas de duas variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1979. 121p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.
- TOLEDO, M.R. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cultivares de soja colhidas em diferentes épocas e horários**. 2008. 80p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- TORRES, R.M.; VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M. Accelerated aging and seedling field emergence in soybean. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.5, p.476-480, 2004.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, FUNEP, p.31-46. 1994.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.
- VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T. Efeito de retardamento da colheita, sobre a qualidade de sementes de soja cv "UFV-2". **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4, n.2, p.09-22, 1982.

### **3. CAPÍTULO II – INCIDÊNCIA DE PATÓGENOS E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM CAMPO DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA**

RESUMO - Realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar a qualidade sanitária de sementes e a emergência de plântulas em campo de oito cultivares de soja submetidas a três épocas de colheita. As sementes das cultivares UFV-16, Splendor, Vencedora, Confiança, UFV-18, UFV-TN 105, Garantia, e Celeste foram produzidas no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello da UFV, Viçosa, Minas Gerais. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelas cultivares e as subparcelas pelas três épocas de colheita (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias). As sementes de cada cultivar, época e repetição de campo foram submetidas aos testes de sanidade e emergência de plântulas em campo, ocasião em que as sementes apresentavam-se com o teor de água entre 12,4 e 12,8%. Os dados dos testes de sanidade e emergência foram submetidos à análise de variância que revelou efeito significativo aos níveis de 1% e 5% de probabilidade para cultivar e época de colheita. A comparação entre médias foi realizada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A porcentagem de sementes infectadas por fungos aumentou com o retardamento da colheita já a partir de 15 dias após o estágio R8, sendo *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp. e *Epicoccum* spp. os mais frequentes e a porcentagem de emergência de plântulas foi reduzida somente com o retardamento de 30 dias. As cultivares UFV-18, UFV-TN 105 e Celeste apresentaram os menores percentuais de incidência de fungos nas sementes e juntamente com a Vencedora, tiveram os maiores percentuais de emergência de plântulas em campo (acima de 80%).

Palavras-chave: qualidade sanitária, sanidade de sementes, época de colheita.

## **CHAPTER II - INCIDENCE OF PATÓGENOS AND EMERGENCE OF PLANTULES IN FIELD OF SEEDS OF CULTIVATING OF SOY WHEN THEY WERE SUBJECTED TO THE RETARDAMENTO OF HARVEST**

ABSTRACT - The present work was carried out with the aim of evaluating the sanitary quality of seeds and plantule emergence in a field of eight soy cultivars subjected to three harvest periods. The seeds of the UFV-16, Splendor, Vencedora, Confiança, UFV-18, UFV-TN 105, Garantia, and Celeste cultivars were produced in the Experimental Field Professor Diogo Alves de Mello of UFV, Viçosa, Minas Gerais. The experimental random block delineation was used with four repetitions, in a scheme of subdivided plots. The plots were constituted by cultivars and the subplots of the three harvest periods (stage R8, R8+15 and R8+30 days). The seeds of each cultivar, period and field repetition were subjected to the health and plantule emergence field tests, an occasion in which the seeds were showing up with water content between 12.4 and 12.8 %. The data of the health and emergence tests were subjected to a variance analysis which revealed significant effect at levels of 1 % and 5 % probability for the cultivar and harvest period. The comparison between averages was carried out by the Tukey test ( $p < 0.05$ ). The percentage of seeds infected by funguses increased with the harvest delay from 15 days after stage R8, with *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp. and *Epicoccum* spp. being the most frequent and the percentage of plantule emergence was reduced only with a delay of 30 days. The UFV-18, UFV-TN 105 and Celeste cultivars presented the smallest percentages of fungus incidences on the seeds and together with Vencedora, had the biggest plantule emergence percentages in field (above 80 %).

Key-words: sanitary quality, seed health, harvest delay.

### 3.1 INTRODUÇÃO

Muitas são as doenças que ocorrem na cultura da soja; dentre elas, as causadas por fungos são consideradas de maior importância, não apenas pelo maior número, mas pelos prejuízos causados ao rendimento e à qualidade das sementes.

A qualidade sanitária da semente de soja é fundamental, pois, a infecção por microorganismo fitopatogênicos afeta negativamente sua qualidade fisiológica, bem como a sanidade da lavoura, haja vista que diversos fungos, como *Phomopsis* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp., ao infectarem a semente, contribuem para redução da germinação e do vigor (Henning, 2005).

Sementes com elevadas taxas de colonização por patógenos tornam-se praticamente imprestáveis, uma vez que não germinam ou, quando a germinação ocorre, produzem plantas fracas e doentes junto com o inóculo primário. Esse fato é agravado quando as sementes infectadas não apresentam sintomas, constituindo assim em um risco para a disseminação das sementes contaminadas, já que não podem ser eliminadas durante o beneficiamento, a menos que se apresentem com deformações e ou com massa específica reduzida, que possibilitam a eliminação quando as sementes passam pela máquina de ar e peneira e pela mesa de gravidade (Dhingra e Acuña, 1997).

Outro aspecto importante é que a semente pode ser o veículo de disseminação de patógenos para outras áreas (Krzyzanowski et al, 2008), já que a maioria das doenças de importância econômica que ocorre na cultura da soja é causada por patógenos que podem ser transmitidos pelas sementes (Goulart, 2005). Assim, no sistema de produção de sementes de alta qualidade, o emprego do teste de sanidade torna-se imprescindível para determinar a condição sanitária da amostra de sementes e, conseqüentemente, a qualidade do lote (Henning, 2005).

A semente de soja alcança o máximo acúmulo de matéria seca e máxima qualidade fisiológica (ponto de maturidade fisiológica) no estágio R7, quando deveria ser colhida. Todavia, em razão do elevado teor de água presente nas sementes neste estágio, o ponto de colheita de soja recomendado é o estágio R8, quando 95% das vagens apresentam coloração típica de vagem madura e a umidade das sementes em torno de 14% (Fehr e Caviness, 1979).

Quando o retardamento da colheita ocorre em condições de altas temperaturas e umidade relativa do ar, a quantidade de sementes infectadas por microorganismos fitopatogênicos aumenta rapidamente, pois embora a infecção nas vagens possa ocorrer

quando elas ainda se encontram verdes, a infecção das sementes geralmente ocorre após o início da maturação das vagens (Dhingra e Silva, 1978; Dhingra e Acuña, 1997).

As sementes de soja submetidas a altas temperaturas e umidade relativa durante a fase de maturação até a colheita estão sujeitas a um aumento da incidência de fungos, especialmente de *Fusarium* spp. e *Phomopsis* spp. (França Neto e Hennig, 1992). Essas informações ratificam os resultados obtidos por Mascarenhas et al. (1995) e Pereira et al (2000), que, mesmo não trabalhando com retardamento de colheita, observaram aumento da incidência *Fusarium* spp. e *Phomopsis* spp. nas sementes de soja, em função da ocorrência de precipitação, altas temperaturas e umidade relativa na época de maturação e da colheita.

Vários trabalhos evidenciam o aumento na proporção de sementes infectadas por fungos à medida que as sementes permanecem no campo após o estágio R8 (Braccini et al., 1994; Santos et al., 1996; Gondim et al., 2002; Braccini et al., 2003; Santos et al., 2005).

Braccini et al. (2000) constataram aumento da incidência de fungos e bactérias nas sementes de três genótipos à medida que permaneceram no campo após o estágio R8, sendo os fungos mais frequentes, *Phomopsis* sp., *Fusarium semitectum*, *Aspergillus* sp. e *Colletotrichum truncatum*. Toledo (2008), também estudando diferentes genótipos observou que o retardamento de colheita além de ter promovido a redução da germinação e do vigor das sementes, proporcionou uma maior incidência de fungos, sendo os mais frequentes *Fusarium* spp. e *Phomopsis* spp..

*Phomopsis* spp. e *Fusarium* spp. são considerados os principais patógenos responsáveis pela redução germinação no teste de germinação em laboratório de sementes recém colhidas. Santos et al. (2001), trabalhando com sementes produzidas em três regiões do Estado de Minas Gerais, observaram que as sementes de cultivares e linhagens que tiveram maior incidência desses dois patógenos apresentaram menor porcentagem de germinação. Por esse motivo, podem inviabilizar o teste quando as sementes apresentam altos índices de infecção, o que não ocorre quando o teste de germinação é conduzido em areia ou quando avaliada a emergência de plântulas em condição de campo (Henning, 1987; França Neto e Hennig, 1992).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade sanitária de sementes e a emergência de plântulas em campo de oito cultivares de soja submetidas a três épocas de colheita.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Obtenção das sementes

O trabalho foi realizado no Laboratório de Melhoramento de Soja e Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia/UFV, Viçosa, Minas Gerais. Para tanto, no ano agrícola 2007/2008 foram multiplicadas no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, localizado em Viçosa e pertencente ao mesmo Departamento, sementes de oito cultivares de soja de diferentes ciclos de maturação: semi-precoce (Confiança), médio (UFV-16, Splendor e Vencedora), semi-tardio (UFV-TN 105 e Garantia) e tardio (UFV-18 e Celeste). A colheita foi realizada em três épocas: estágio R8 (quando 95% das vagens apresentam coloração típica de vagem madura), 15 e 30 dias após este estágio.

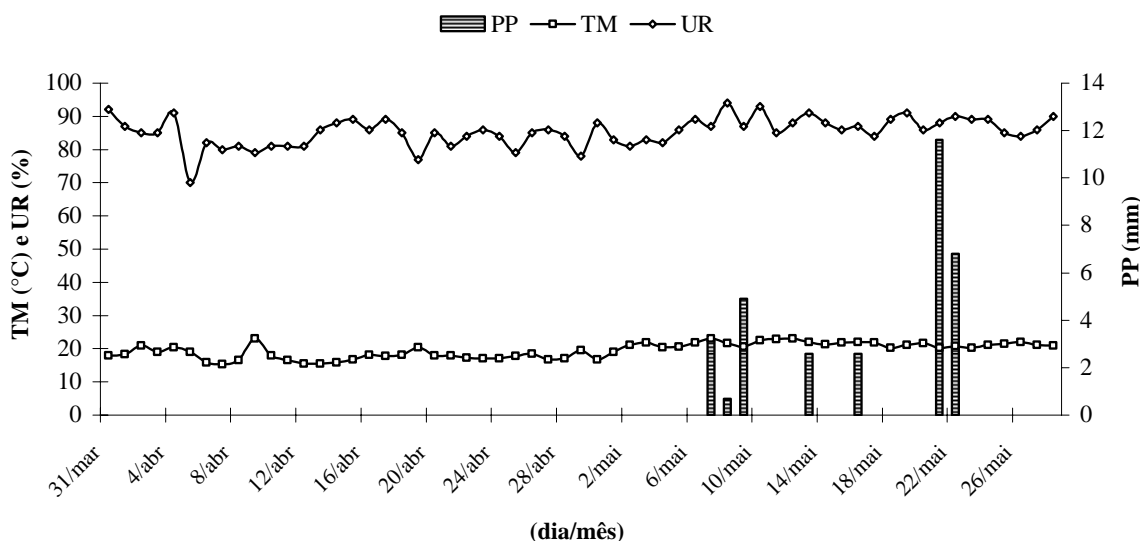
O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições no modelo de parcelas subdivididas, onde as parcelas foram representadas pelas oito cultivares e as subparcelas pelas três épocas de colheita. Cada parcela foi constituída de 8 fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas entre si de 0,5 m e as subparcelas formadas por duas destas fileiras, sendo duas remanescentes laterais como bordaduras da parcela experimental.

O solo foi preparado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. A adubação foi realizada com o formulado 8-28-16 com base na recomendação de 250 kg.ha<sup>-1</sup> e a semeadura se deu em 30 de novembro de 2007 com as sementes previamente tratadas com fungicida da marca comercial Derosal Plus<sup>®</sup> (carbendazim + tiram) na dosagem de 200 mg.100 kg<sup>-1</sup> de semente. Após a emergência das plântulas, foi feito desbaste objetivando um estande de 10 a 12 plantas.m<sup>-1</sup>. Os demais tratos culturais e controle fitossanitário foram conduzidos segundo as recomendações para cultura.

Iniciaram-se as colheitas em 31 de março, prolongando-se até 28 de maio de 2008. À medida que estas foram ocorrendo, as plantas foram postas em ambiente sombreado e posteriormente trilhadas em máquina trilhadora estacionária, e as sementes submetidas à limpeza e passadas em peneiras de crivo circular com diâmetro de 4,76 e 5,16 mm. Em seguida, foram acondicionadas em sacos de tecido de algodão e mantidas na condição ambiente no referido laboratório.

Os dados meteorológicos no período de colheita foram fornecidos pelo Setor de Meteorologia do Departamento de Engenharia Agrícola/UFV, e encontram-se sumarizados na Figura 1. Observa-se que durante todo o período de colheita, a umidade

relativa do ar manteve-se relativamente alta, com mínima de 70% e máxima de 92%; a temperatura média oscilou entre 15,5 e 23,1 °C; enquanto que precipitação pluvial ocorreu apenas nos últimos vinte e cinco dias de colheita, de forma esparsa e em pequenos volumes, onde a maior precipitação registrada foi de 11,6 mm.



**FIGURA 1** - Dados diários de temperatura média do ar (TM), de umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial (PP) no período de colheita de sementes de oito cultivares de soja (31 de março a 28 de maio de 2008).

Concluída a colheita da última época (R8+30 dias) de todas as cultivares, amostras das sementes foram submetidas ao teste de umidade. Após esta análise, foram realizados os testes de sanidade das sementes e de emergência das plântulas em campo.

### 3.2.2 Determinação do teor de água

Para determinação do teor de água das sementes, foi adotado o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C durante 24 horas (Brasil, 1992). Utilizaram-se duas subamostras de 25 sementes para cada tratamento e repetição de campo. De maneira geral, o teor de água das sementes antes dos testes de sanidade e emergência de plântulas em campo, mostrou-se com valores entre 12,4 e 12,8%.

### 3.2.3 Teste de sanidade

Para avaliação da qualidade sanitária das sementes, utilizou-se do método do papel-filtro ou “blotter test”. Quatro subamostras de 25 sementes foram previamente tratadas com álcool a 70%, por 1 minuto, e com hipoclorito de sódio a 2%, por igual período e lavadas com água destilada. Em seguida, as sementes foram colocadas em caixas gerbox, lavadas e desinfetadas com hipoclorito de sódio a 2%, contendo entre



seis e oito folhas de papel-filtro, previamente autoclavadas, embebidas em água destilada e tratadas com estreptomicina. Os gerbox contendo as sementes foram incubados em ambiente de laboratório, temperatura de aproximadamente 25 °C, por sete dias. Após esse período, procedeu-se à identificação dos patógenos que se manifestaram pelo desenvolvimento de hifas e estruturas reprodutivas, característicos de cada fungo, com auxílio de lupa com iluminação.

### **3.2.4 Teste de emergência de plântulas em campo**

O teste foi conduzido utilizando-se duas subamostras 50 sementes de cada tratamento e repetição de campo foram semeadas na profundidade de aproximadamente 3,0 cm, dispostas em fileiras de 1 m de comprimento e 0,5 m entre linhas. Observações foram realizadas diariamente e, logo que constatada a estabilidade do número de plântulas emergidas, ou seja, a maioria das plântulas apresentando o primeiro par de folhas unifolioladas completamente abertas, procedeu-se à contagem das plântulas, o que ocorreu no 13º dia após a semeadura. Calculou-se posteriormente, a porcentagem de emergência.

### **3.2.5 Análise estatística**

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos aos testes de normalidade (Teste de Lillifors) e homogeneidade de variâncias residuais entre os tratamentos (Teste de Cochran). Com exceção aos dados de emergência de plântulas em campo, os percentuais de incidência total e individual de fungos foram previamente transformados em arcoseno  $\sqrt{x/100}$  e submetidos às análises de variância e, posteriormente, destransformados para apresentação em tabela. As comparações entre médias foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se nas análises o software SAS (Delwiche e Slaughter, 2003).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Teste de sanidade

Foram constatados nas sementes de todas as cultivares os fungos: *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp., *Epicoccum* spp., *Cercospora kikuchii*, *Colletrichum dematium*, *Chaetomium* e *Alternaria* spp.; porém, os de maior frequência limitaram-se aos três primeiros. Em virtude da menor incidência dos demais, consideraram-se para análise estatística apenas a incidência total de fungos, incidência de *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp. e *Epicoccum* spp.

No resumo da análise de variância (Tabela 1), verifica-se que houve efeito significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade de cultivar sobre todas as variáveis, à exceção de frequência de *Fusarium* spp., que não sofreu influência das duas fontes de variação. O efeito da época de colheita foi significativo ( $p < 0,01$ ) somente para incidência total de fungos, frequência de *Phomopsis* spp. e emergência de plântulas em campo. Destaca-se também, a ausência de interação significativa (cultivar x época de colheita) para todas as características avaliadas. Esses resultados diferem dos obtidos por Gonzales (1992), que observou interação significativa entre variedades e épocas sobre a incidência total de fungos, incidência de *Phomopsis* spp. e emergência de plântulas em campo.

**TABELA 1** - Resumo da análise de variância dos dados de percentual de incidência total de fungos (ITF), frequência de *Fusarium* spp. (FF), frequência de *Phomopsis* spp. (FP), frequência de *Epicoccum* spp. (FE) e emergência de plântulas em campo (EMERGc) de sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias).

F.V	GL	Quadrados Médios				
		ITF <sup>1</sup>	FF <sup>1</sup>	FP <sup>1</sup>	FE <sup>1</sup>	EMERGc
Bloco	3	226,3966	315,0911	725,5182	248,8121	150,2638
Cultivar (C)	7	1102,3062**	364,6095	678,1628*	351,0640*	524,2321**
Resíduo (a)	21	61,0844	192,2916	189,5898	105,7455	132,1686
Época (E)	2	1677,2303**	413,2684	1387,8517**	23,8101	2147,5417**
E x C	14	31,7004	99,5027	101,0087	82,8843	38,7321
Resíduo (b)	48	37,9579	145,1384	129,5804	91,0270	28,3888
Média (%)		54,8	64,6	55,3	30,7	79
C.V.a (%)		23,0	34,2	40,4	57,2	14,6
C.V.b (%)		18,2	29,7	33,4	53,1	6,8

\*\* F significativo a 1% de probabilidade; \* F significativo a 5% de probabilidade; <sup>1</sup> valores transformados em arcoseno  $\sqrt{x/100}$  para análise de variância e posteriormente, as médias foram destransformadas.

Observando as médias na Tabela 2, constata-se o aumento das sementes infectadas por fungos à medida que se retardou a colheita, ou seja, com o retardamento

da colheita de apenas 15 dias após o estágio R8, houve acréscimo acentuado de infecção e mais ainda, aos 30 dias. A média geral de incidência de fungo nas sementes foi de 54,8% e, apesar de todas as cultivares terem apresentado tendência de elevação dos níveis de infecção com o retardamento de colheita, algumas se mostraram com valores inferiores às demais, como a UFV-18, Celeste e UFV-TN 105 com 20, 20,4 e 30% de infecção, respectivamente, ambas de ciclo tardio e semitardio. Este comportamento é explicado pelo fato da colheita de sementes de cultivares de ciclo mais longo normalmente não coincidir com o período de chuvas, o que favorece a menor incidência de fungos nas sementes. Ao passo que, geralmente cultivares de ciclo precoce e médio podem apresentar maiores índices de infecção que as de ciclo tardio, pois estão sujeitas às altas temperaturas e umidade no final de seus ciclos (Hamawaki et al., 2002). Entretanto, durante a condução do presente trabalho em campo, a umidade relativa do ar manteve-se elevada por todo o período; a temperatura média do ar, amena, com média variando entre 15,5 e 23,1 °C e a precipitação pluvial ocorreu apenas no período final da colheita e de forma esparsa.

**TABELA 2** – Valores médios (%) de incidência total de fungos em sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	63,6	56,6	78,2	66,1 c
Splendor	51,9	61,4	72,5	61,9 bc
Vencedora	56,6	57,4	73,2	62,4 bc
Confiança	63,4	67,2	81,1	70,5 c
UFV-18	18,6	34,6	47,8	33,7 a
UFV-TN 105	37,8	46,6	64,4	49,6 ab
Garantia	49,4	60,6	69,0	59,7 bc
Celeste	29,2	33,1	42,0	34,8 a
Média	46,3 A	52,2 B	66,0C	54,8

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey (p<0,05). Valores transformados em arcoseno  $\sqrt{x/100}$  para análise de variância e posteriormente, as médias foram destransformadas.

Braccini et al. (2000) também observaram resultados semelhantes; constataram o comportamento diferenciado das cultivares em relação à incidência de fungos, bem como o aumento de infecção com o retardamento de colheita após o estágio R8. Gondim et al. (2002), trabalhando com sementes de oito genótipos de soja colhidas em quatro épocas, observaram respostas diferenciadas dos genótipos em relação à incidência de fungos, além do aumento da frequência desses patógenos à medida que se

retardou a colheita, sendo os mais freqüentes: *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp. e *Cercospora kikuchii*.

Quanto à incidência de *Fusarium* spp. (Tabela 3), o elevado percentual ocorreu de forma similar nas sementes de todas as cultivares e sem distinção entre as épocas de colheita, ou seja, não houve efeito significativo de cultivar e época de colheita sobre a incidência desse fungo.

Elevado percentual de *Fusarium* spp. em sementes de soja foi também constatado por Goulart et al. (1995), em 96,5% das amostras de sementes avaliadas, provenientes de diversas regiões do estado de Mato Grosso do Sul. Costa et al. (2003), analisando a qualidade de sementes de soja produzidas em alguns Estados brasileiros, evidenciaram, além de outros gêneros, a presença de *Fusarium* spp.

Para Henning (2005), apesar de muitos pesquisadores considerarem esse fungo saprófita ou parasita fraco, ele é incluído entre os fungos fitopatogênicos, por causar problemas de germinação em laboratório, semelhante ao *Phomopsis* spp. Assim, corrobora com Dhingra e Acuña (1997), pois esses autores mencionam *Phomopsis* spp. e *Fusarium* spp. como os dois fungos mais prejudiciais à produção de sementes de soja nas condições brasileiras.

**TABELA 3** – Valores médios (%) de incidência de *Fusarium* spp. em sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	60,9	68,9	45,2	58,3
Splendor	68,9	73,6	57,9	66,8
Vencedora	62,6	71,2	64,3	66,0
Confiança	70,4	68,1	66,7	68,4
UFV-18	67,1	67,0	70,1	68,1
UFV-TN 105	78,5	72,8	65,8	72,4
Garantia	43,1	53,5	49,0	48,5
Celeste	80,6	69,9	53,8	68,1
Média	66,5	68,1	59,1	64,6

<sup>1</sup> Valores transformados em arcoseno  $\sqrt{x/100}$  para análise de variância e posteriormente, as médias foram destransformadas.

Na Tabela 4, verifica-se que, com o retardamento de 30 dias após o estágio R8, ocorreu aumento significativo de sementes infectadas por *Phomopsis* spp., diferindo das duas colheitas anteriores (estádio R8 e R8+15 dias), diferentemente do observado quanto à incidência total de fungos, em que o retardamento de apenas 15 dias foi suficiente para elevar o número de sementes infectadas.

Entre as cultivares, houve diferença significativa apenas entre a UFV-18 e a Garantia. Mas, de maneira geral, podem-se separar as cultivares em três níveis de infecção, sendo as duas cultivares UFV-18 (40,8%) e Garantia (72,5%) representando os extremos e as demais, com valores intermediários de infecção. A cultivar UFV-18 merece destaque, pois repete o comportamento verificado quanto à incidência total de fungos.

Segundo Henning (2005), *Phomopsis* spp. compromete os resultados do teste de germinação em laboratório, sendo responsável pela redução do percentual de germinação das sementes. Por isso, tem sido a causa da não aprovação de muitos lotes de sementes para plantio, mesmo apresentando altas purezas física e genética (Ito e Tanaka, 1993). De acordo com levantamento realizado sobre qualidade sanitária das sementes de soja em diversas regiões produtoras do país, evidenciou-se a ocorrência de *Phomopsis* spp. entre os patógenos de maior frequência (Henning e Yuyama, 1999).

**TABELA 4** – Valores médios (%) de incidência de *Phomopsis* spp. em sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	65,9	62,0	76,2	68,0 ab
Splendor	46,4	38,3	61,6	48,8 ab
Vencedora	52,7	41,6	56,2	50,2 ab
Confiança	46,4	61,3	69,1	59,0 ab
UFV-18	25,4	46,3	50,6	40,8 a
UFV-TN 105	46,0	52,7	63,3	54,0 ab
Garantia	72,9	66,0	78,8	72,5 b
Celeste	38,7	36,1	72,5	49,1 ab
Média	49,3 A	50,5 A	66,0 B	55,3

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey (p<0,05). Valores transformados em  $\sqrt{x/100}$  para análise de variância e posteriormente, as médias foram destransformadas.

O aumento da ocorrência de *Phomopsis* spp. está associado à elevada umidade relativa do ar e por conseqüência, ao nível de deterioração das sementes quando submetidas ao retardamento de colheita, fato que explica a grande infecção por esse patógeno no presente trabalho, pois a condição de umidade relativa manteve-se sempre na faixa ideal para o desenvolvimento do mesmo.

Resultados análogos foram obtidos por Toledo (2008), que, estudando épocas e horários de colheita de sementes de vários genótipos de soja, observou maior ocorrência de *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp. e *Cercospora kikuchii*., sendo que a frequência do segundo aumentou após o estágio R8.

Quanto à incidência de *Epicoccum* spp., como pode ser observado na Tabela 5, a época de colheita não influenciou na sua ocorrência, ao contrário do verificado em relação às cultivares. A exemplo do ocorrido quanto à incidência de *Phomopsis* spp., as cultivares podem ser classificadas de acordo com os níveis de infecção de suas sementes, onde o menor valor apresentado foi conferido nas sementes da cultivar UFV-16 (14,4%), que diferiu apenas da Splendor e Celeste, ambas com 40,2% de incidência, enquanto que as demais cultivares, mostraram-se com valores intermediários.

**TABELA 5** – Valores médios (%) de incidência de *Epicoccum* spp. em sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	16,6	5,5	21,0	14,4 a
Splendor	34,9	40,4	45,3	40,2 b
Vencedora	32,1	21,6	24,9	26,2 ab
Confiança	40,4	29,9	22,5	31,0 ab
UFV-18	27,1	45,9	37,4	36,8 ab
UFV-TN 105	36,3	32,4	32,4	33,7 ab
Garantia	19,9	32,1	17,6	23,2 ab
Celeste	40,0	47,7	32,6	40,2 b
Média	30,9 A	31,9 A	29,2 A	30,7

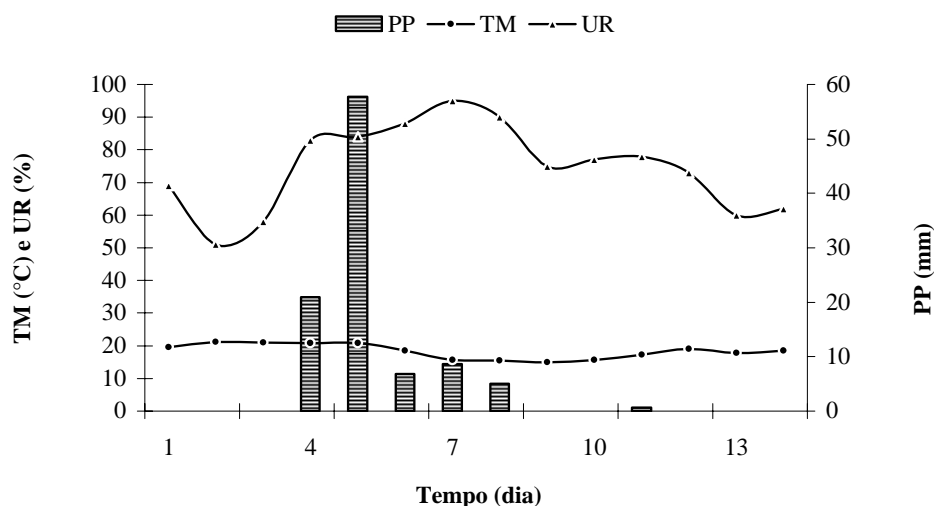
<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Valores transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$  para análise de variância e posteriormente, as médias foram destransformadas.

Em diversos trabalhos de avaliação da qualidade sanitária de sementes de soja, *Epicoccum* spp. não tem sido listado entre os patógenos mais frequentes (Mascarenhas et al., 1995; Roese et al., 2001; Gondim et al., 2002), exceção feita para o trabalho de Goulart et al. (1995) que verificaram uma frequência de 8,4% em 142 amostras de sementes de soja na safra 1992/93 em Mato Grosso do Sul. É possível que a baixa incidência deste patógeno em sementes de soja, retratada em trabalhos de pesquisa, deva-se pela possibilidade de estar sendo confundido no momento da avaliação do teste de sanidade com outros patógenos como, *Fusarium* e *Tilletia* em razão da semelhança das colônias e dos esporos, respectivamente.

### 3.3.2 Teste de emergência de plântulas em campo

Na Figura 1, constam os dados diários de temperatura média, umidade relativa média do ar e de precipitação durante o período de condução do teste de emergência de plântulas em campo, onde se verifica que a temperatura média esteve entre 15 e 21,1 °C. Apesar de baixa, aparentemente não interferiu no teste. O maior volume de

precipitação pluvial (57,8 mm) ocorreu no quinto dia após instalação do teste. Quanto à umidade relativa do ar, no início apresentou-se baixa, e em seguida elevou-se a níveis acima de 90% por ocasião das precipitações e, posteriormente voltou a apresentar queda acentuada até a finalização do teste.



**FIGURA 1** - Dados diários de temperatura média do ar (TM); umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial (PP) durante a condução do teste de emergência de plântulas em campo.

Na Tabela 6, encontram-se os percentuais de emergência de plântulas em campo, onde se constata que o retardamento de 30 dias após o estágio R8 reduziu significativamente a porcentagem de plântulas emergidas.

Quanto às cultivares, observa-se que seus respectivos percentuais de emergência mostram-se de forma estratificada em três níveis; um maior, com percentual de emergência acima de 80%, representada pelas cultivares Vencedora, UFV-18, UFV-TN 105 e Celeste, uma categoria inferior, representada apenas pela UFV-16 com emergência de 65%, e as demais cultivares formando uma categoria intermediária com emergência entre 76 e 80%.

Santos et al. (1996), estudando diversos genótipos de soja, constataram que as sementes colhidas no estágio de maturidade fisiológica (R7) não apresentaram diferença quanto à emergência de plântulas em campo. No entanto, quando submetidas ao retardamento de colheita de 30 dias após o estágio R8, mostraram comportamentos diferenciados entre as cultivares. Deste modo, é capaz de sinalizar aqueles genótipos que apresentaram sementes de melhor qualidade, ou seja, que melhor toleraram as condições de deterioração impostas pelo atraso da colheita.

**TABELA 6** - Médias de porcentagem de emergência de plântulas em campo de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	75	72	49	65 b
Splendor	83	79	69	77 ab
Vencedora	88	88	76	84 a
Confiança	82	78	67	76 ab
UFV-18	89	89	71	83 a
UFV-TN 105	90	88	75	84 a
Garantia	86	80	71	79 ab
Celeste	87	87	79	84 a
Média	85 A	82 A	70 B	79

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Apesar de o retardamento da colheita já a partir de 15 dias após o estágio R8 ter proporcionado o aumento do percentual de sementes infectadas por fungos, esse mesmo período de retardamento não foi suficiente para provocar a redução do percentual de emergência das plântulas em campo, o que ocorreu somente após 30 dias, justamente quando se verificou a maior incidência de fungos nas sementes. Desta maneira, o aumento da incidência de fungos nas sementes não implica necessariamente na redução de emergência das plântulas em campo. Evidentemente, o nível de dano à emergência dependerá também dos gêneros de fungos detectados em maior frequência, uma vez que, segundo França Neto e Henning (1992), a germinação de sementes em areia ou no solo é menos afetada por fungos, especialmente aqueles restritos ao tegumento.



### 3.4 CONCLUSÕES

- O retardamento da colheita de 15 e 30 dias após o estágio R8 aumentou a porcentagem de sementes infectadas por fungos, sendo *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp. e *Epicoccum* spp. os mais frequentes;
- O percentual de emergência das plântulas em campo foi reduzido somente quando as sementes foram colhidas 30 dias após o estágio R8;
- As cultivares UFV-18, UFV-TN 105 e Celeste apresentaram os menores percentuais de incidência de fungos nas sementes e juntamente com a Vencedora, tiveram os maiores percentuais de emergência de plântulas em campo (acima de 80%).

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, F.E.I.; SCHUAB, S.R.P. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época norma e após o retardamento da colheita. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.449-457, 2003.
- 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 Agronomy**, Maringá, v.22, n.4, p.1017-1022, 2000.
- BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Avaliação da qualidade fisiológica e sanidade da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.195-200, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF, 1992. 365p.
- COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, M.C.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.S. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.1, p.128-132, 2003.
- DELWICHE, L.D.; SLAUGHTER, S.J. **The littler SAS book: a primer**. Cary: SAS Institute, 2003. 268p.
- DHINGRA, O.D.; ACUÑA, R.S. **Patologia de sementes de soja**. Viçosa: UFV, 1997. 119p.
- DHINGRA, O.D.; SILVA, J.F. Effect of weed control in the internally seedborne fungi in soybean seed. **Plant Disease Reporter**, v.62, n.6, p.513-516, 1978.
- FEHR, W.R., CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, Cooperative Extension Service, 1979. 12p.
- FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **DIACOM: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 22 p. (EMBRAPACNPSO. Circular Técnica, 10).
- GONDIM, T.C.O.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; MOREIRA, M.A.; SANTOS, M.R.; GOMES, J.L.P. Qualidade sanitária e produção de aldeídos totais em sementes de soja sem lipoxigenases. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.24, n.1, p.148-152, 2002.
- GONZALES, S. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e emergência em quatro densidades de semeadura**. 1992. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

- GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas. In: ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, 2005. p.451-478.
- GOULART, A.C.P.; PAIVA, F.A.; ANDRADE, P.J.M. Qualidade sanitária de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) produzidas no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.17, n.1, p.42-46, 1995.
- HAMAWAKI, O.T.; JULIATTI, F.C.; GOMES, G.M.; RODRIGUES, F.A.; SANTOS, V.L.M. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes genótipos de soja do ciclo precoce/médio em Uberlândia, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**. v.27, n.2, p.201-205, 2002.
- HENNING, A.A. Testes de sanidade de sementes de soja. In: SUAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S.. (Org.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 21, p. 441-454.
- HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264 ).
- HENNING, A.A.; YUYAMA, M.M. Levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, entre as safras 1992/93 e 1996/97. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.21, n.1, p.18-26, 1999.
- ITO, M.F.; TANAKA, M.A.S. **Soja – Principais doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides**. Campinas: Fundação Cargill, 1993. 48p.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades - Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 8p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 55).
- MASCARENHAS, H.A.A.; PATRÍCIO, F.R.A.; TANAKA, M.A.S.; TANAKA, R.T.; PIANOSKI, J. Ocorrência de fungos em sementes de soja produzidas sob calagem e adubação potássica residuais. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.3, p.426-430, 1995.
- PEREIRA, E.B.C.; PEREIRA, A.V.; FRAGA, A.C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1653-1662, 2000.
- ROESE, A.D.; ROMANI, R.D.; FURLANETTO, C.; STANGARLIN, J.R.; PORTZ, R.L. Levantamento de doenças na cultura da soja, *Glycine max* (L.) Merrill, em municípios da região Oeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.23, n.5, p.1293-1297, 2001.
- SANTOS, M.R.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja submetidas a diferentes épocas de colheita e correlações com a emergência de plântulas no campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.52, n.302, p.535-554, 2005.

- SANTOS, M.R.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; CECON, P.R.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Germinação e qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diferentes regiões do estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, n.276, p.127-139, 2001.
- SANTOS, V.L.M.; SILVA, R.F.; CARDOSO, A.A.; SEDIYAMA, T. Avaliação da produtividade e da qualidade das sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), colhidas na maturação fisiológica e trinta dias após o ponto de colheita. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.18, n.1, p.50-56, 1996.
- TOLEDO, M.R. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cultivares de soja colhidas em diferentes épocas e horários**. 2008. 80p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

#### **4. CAPÍTULO III – TEOR DE ÓLEO E PROTEÍNA EM SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA**

RESUMO - Realizou-se o presente trabalho com o objetivo de determinar os teores de óleo e proteína em sementes de oito cultivares de soja submetidas a três épocas de colheita. Sementes das cultivares UFV-16, Splendor, Vencedora, Confiança, UFV-18, UFV-TN 105, Garantia, e Celeste foram produzidas no ano agrícola 2007/08 no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia da UFV, em Viçosa, Minas Gerais. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelas oito cultivares e as subparcelas pelas três épocas de colheita (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias). Foram determinados nas sementes de cada cultivar, época de colheita e repetição de campo, os teores de óleo e proteína em analisador de reflectância por infravermelho. Os dados foram submetidos à análise de variância que revelou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) de cultivar nos teores de óleo e proteína e efeito de época apenas no teor de óleo. A comparação entre médias foi realizada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Houve variação dos teores de óleo e proteína das sementes entre as cultivares, destacando-se com maior teor de óleo a Garantia, Confiança, Celeste, UFV-16 e UFV-18 (acima de 24%) e de proteína, a UFV-TN 105 (42,78%). O retardamento de colheita não provocou redução nos teores de óleo e proteína nas sementes das oito cultivares de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, composição das sementes, época de colheita.

#### **4. CHAPTER III - OIL AND PROTEIN CONTENT IN SEEDS OF SOY CULTIVAR SUBJECTED TO THE HARVEST DELAY**

**ABSTRACT** - The present work was carried out with the aim to determine the oil and protein content in eight soy seed cultivars subjected to three harvest periods. Seeds from the UFV-16, Splendor, Vencedora, Confiança, UFV-18, UFV-TN 105, Garantia and Celeste cultivars were produced in the 2007/08 agricultural year in the Experimental Field Professor Diogo Alves de Mello, of the Department of Plant Pathology of UFV, Viçosa, Minas Gerais. The experimental random block delineation was used with four repetitions, in a scheme of subdivided plots. The plots were constituted by the eight cultivars and the subplots for three harvest periods (stage R8, R8+15 and R8+30 days). In the seeds of each cultivar the harvest period and field repetition, oil and protein content in an infrared reflectance analyzer were determined. The data were subjected to the variance analysis which revealed a significant effect ( $p < 0.01$ ) of cultivating the oil and protein content and period effect just in the oil content. The comparison between averages was carried out by the Tukey test ( $p < 0.05$ ). There were variations in the oil and protein contents of the seeds between the cultivars, with a greater oil content in the Garantia, Confiança, Celeste, UFV-16 and UFV-18 (above 24 %) and from protein, the UFV-TN 105 (42.78 %). The harvest delay did not provoke a reduction in the oil and protein content in the seeds of the eight soy cultivars.

**Key-words:** *Glycine max*, composition of the seeds, harvest delay.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A valorização da soja advém do fato de os seus grãos possuírem alto valor nutricional, o que a torna uma importante fornecedora de matéria-prima para indústria esmagadora, que produz óleo e farelo, grandemente empregados na indústria alimentícia e na formulação de rações. A soja é a principal fonte de proteína vegetal de alta qualidade e seu óleo consiste no líder mundial entre os óleos de origem vegetal, representando entre 20 e 24% de todos os óleos e gorduras consumidas no mundo. Enquanto que no Brasil, este número se eleva acima de 50% em produtos alimentícios (Moreira, 1999). Além disso, mais recentemente o óleo desta leguminosa tem sido destinado para produção de biocombustíveis, a ponto de ser atualmente responsável por fornecer 60% do óleo mundial destinado para este novo mercado (Agriannual, 2009).

Um dos fatores responsáveis pela resistência da população ao consumo de produto à base de grãos de soja atribui-se ao odor e sabor desagradáveis, provocados pela ação de enzimas lipoxigenases sobre alguns ácidos graxos polinsaturados (Wang et al., 1999; Ciabotti et al., 2006). Para melhorar as características organolépticas dos produtos derivados de soja, pesquisas têm sido desenvolvidas através do melhoramento genético com a finalidade de eliminar a presença dessas lipoxigenases, o que possibilitou o lançamento de novas cultivares com ausência destas enzimas. Com isto, é possível que a soja se torne mais frequente na dieta dos brasileiros, haja vista, suas inúmeras propriedades nutricionais e funcionais.

O Brasil, segundo maior produtor e exportador mundial de soja, tem previsão, para o ano de 2009, exportar 25 milhões de toneladas em grão, 12,8 milhões de toneladas na forma de farelo e 1,8 milhões de toneladas em óleo (Abiove, 2009). O conhecimento destas informações é útil no sentido de direcionar a escolha das cultivares a serem plantadas para determinado fim e assim, possibilitar agregação de valor qualitativo e um melhor rendimento na indústria de esmagamento (Sbardelotto e Leandro, 2008), haja vista a grande variação entre genótipos quanto aos teores de óleo e proteína (Paula, 2007).

Nos últimos anos os programas de melhoramento de soja têm dado ênfase ao aumento do teor de proteína nos grãos e na melhoria da qualidade para alimentação humana, através da elevação dos níveis de alguns aminoácidos e diminuição dos fatores antinutricionais. Atualmente, com o advento dos biocombustíveis, é possível que o óleo tenda a ser mais visado pelos programas de melhoramento. Normalmente, as sementes de variedades cultivadas de soja contêm cerca de 38% de proteína e 19% de óleo,

embora se saiba que a composição química das sementes está relacionada com fatores genéticos e também com o ambiente de cultivo (Brim, 1973; Wilcox e Cavines, 1992).

Trabalhos evidenciam correlação negativa entre o rendimento de grãos e teor de proteína (Wilcox e Guodong, 1997; Voldeng et al., 1997), a mesma correlação ocorre entre os teores de óleo e proteína (Thorne e Fehr, 1970; Miranda, 2006; Moraes et al., 2006) e a correlação entre teor de óleo e rendimento de grãos pode ser positiva ou negativa (Simpson Junior e Wilcox, 1983). Segundo Sedyama et al. (1996), o teor de óleo da semente de soja, além de se correlacionar negativamente com o teor de proteína, é fortemente influenciado pela temperatura por ocasião do desenvolvimento da vagem.

Teixeira et al. (1985) concluíram que o acúmulo de matéria seca e de óleo em grãos de soja foi influenciado pelo ano agrícola e pelas cultivares, além do teor de óleo ter aumentado com temperaturas mais elevadas.

Conforme trabalho de Bonato et al. (2000), a maioria das cultivares lançadas no mercado do Rio Grande do Sul após o ano de 1990 apresenta menor teor de proteína e maior teor de óleo nos grãos. No que se refere à produção, não houve correlação significativa entre rendimentos de grão e os teores de óleo e proteína.

Caires et al. (2003) observaram que a calagem superficial em semeadura direta aumentou o teor de óleo e não alterou o conteúdo de proteína em sementes de soja, enquanto que Tanaka et al. (1995) e Mascarenhas et al. (1996) verificaram que a calagem aumentou os teores de proteína e diminuiu o teor de óleo em sementes de soja. Já Albrecht et al. (2008), nas condições do Estado do Paraná, comprovaram a influência da antecipação da semeadura tanto sobre a produtividade como sobre os teores de óleo e proteína de três cultivares de soja, ratificando a influência ambiental sobre tais componentes da semente.

Na maturidade fisiológica, as sementes possuem seu máximo acúmulo de massa seca, potencial de germinação e vigor, entretanto, neste estágio apresentam elevado teor de água, fato que impossibilita a operação de colheita (Carvalho e Nakagawa, 2000; Marcos Filho, 2005). Após este ponto, inicia-se o processo natural que envolve a interação de mudanças citológicas, fisiológicas, bioquímicas e físicas das sementes, que resulta na perda do vigor e viabilidade das mesmas (Sedyama et al, 1981; Krzyzanowski et al, 2008), sendo que a intensidade e a velocidade desse complexo de mudanças dependem de fatores genéticos e ambientais (Delouche, 2002).

Diversas pesquisas foram conduzidas objetivando avaliar o efeito do retardamento de colheita sobre a qualidade fisiológica das sementes (Carraro et al.,



1981; Sedyama et al., 1981; Vieira et al., 1982; Resende, 1993; Miranda et al., 1996; Giurizatto et al., 2003; Braccini et al., 2003; Sedyama, 2008). Entretanto, trabalhos visando avaliar os teores de óleo e proteína das sementes de diferentes cultivares de soja em diferentes épocas de colheita são escassos na literatura.

Com o presente trabalho objetivou-se determinar os teores de óleo e proteína em sementes de oito cultivares de soja submetidas a três épocas de colheita.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Obtenção das sementes

O trabalho foi realizado no Laboratório de Melhoramento de Soja e Pesquisa de Sementes de Soja do Departamento de Fitotecnia e em Laboratório do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. Para tanto, no ano agrícola 2007/2008 foram multiplicadas no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello do Departamento de Fitotecnia da UFV, em Viçosa, Minas Gerais, sementes de oito cultivares de soja de diferentes ciclos de maturação: semi-precoce (Confiança), médio (UFV-16, Splendor e Vencedora), semi-tardio (UFV-TN 105 e Garantia) e tardio (UFV-18 e Celeste). A colheita foi realizada em três épocas: estágio R8 (quando 95% das vagens apresentam coloração típica de vagem madura), 15 e 30 dias após este estágio.

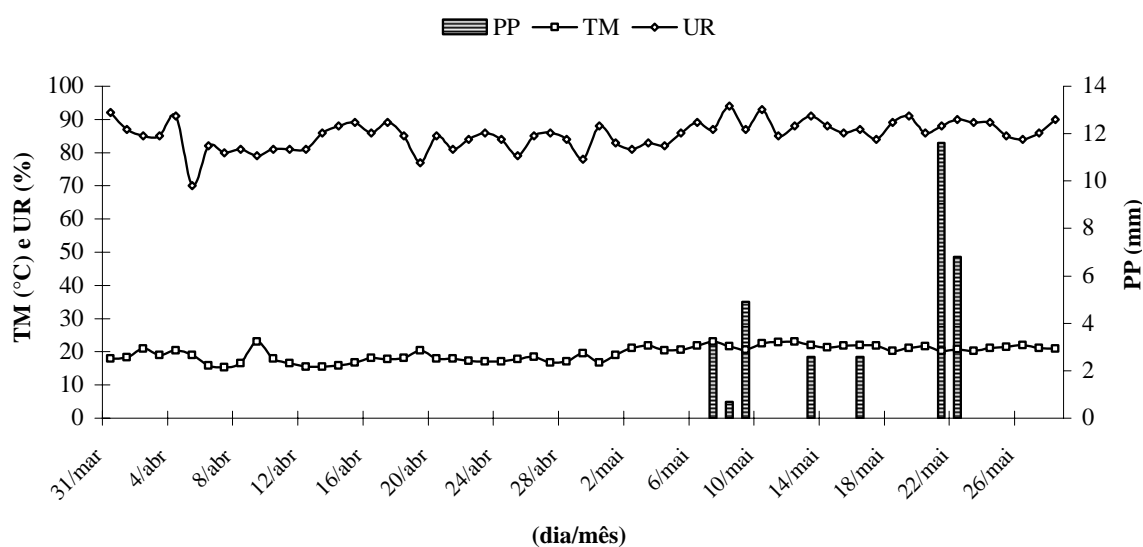
O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições no modelo de parcelas subdivididas, onde as parcelas foram representadas pelas oito cultivares e as subparcelas pelas três épocas de colheita. Cada parcela foi constituída de 8 fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas entre si de 0,5 m e as subparcelas formadas por duas destas fileiras, sendo duas remanescentes laterais como bordaduras da parcela experimental.

O solo foi preparado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. A adubação foi realizada com o formulado 8-28-16 com base na recomendação de 250 kg.ha<sup>-1</sup> e a semeadura se deu em 30 de novembro de 2007 com as sementes previamente tratadas com fungicida da marca comercial Derosal Plus<sup>®</sup> (carbendazim + tiram) na dosagem de 200 mg.100 kg<sup>-1</sup> de semente. Após a emergência das plântulas, foi feito desbaste objetivando um estande de 10 a 12 plantas.m<sup>-1</sup>. Os demais tratos culturais e controle fitossanitário foram conduzidos segundo as recomendações para cultura.

Iniciaram-se as colheitas em 31 de março, prolongando-se até 28 de maio de 2008. À medida que estas foram ocorrendo, as plantas foram postas em ambiente sombreado e posteriormente trilhadas em máquina trilhadora estacionária, e as sementes submetidas à limpeza e passadas em peneiras de crivo circular com diâmetro de 4,76 e 5,16 mm. Em seguida, foram acondicionadas em sacos de tecido de algodão e determinado o teor de água das sementes de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), ocasião em que se constatou umidade das sementes com valores entre 12,4 e 12,8%. Após esta análise as sementes remanescentes foram

armazenadas em câmara fria e seca (temperatura de  $\pm 11$  °C e umidade relativa de 60%) até a realização das análises de óleo e proteína.

Os dados meteorológicos no período de colheita foram fornecidos pelo Setor de Meteorologia do Departamento de Engenharia Agrícola/UFV, e encontram-se sumarizados na Figura 1. Observa-se que durante todo o período de colheita, a umidade relativa do ar manteve-se relativamente alta, com mínima de 70% e máxima de 92%; a temperatura média oscilou entre 15,5 e 23,1 °C; enquanto que precipitação pluvial ocorreu apenas nos últimos vinte e cinco dias de colheita, de forma esparsa e em pequenos volumes, onde a maior precipitação registrada foi de 11,6 mm.



**FIGURA 1** - Dados diários de temperatura média do ar (TM), de umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial (PP) no período de colheita de sementes de oito cultivares de soja (31 de março a 28 de maio de 2008).

#### 4.2.2 Análise dos teores de óleo e proteína

Para determinação dos teores de óleo e proteína, foi triturada em moinho analítico uma amostra de sementes de cada tratamento e repetição de campo, posteriormente, passado em peneira de 20 mesh, obtendo-se cerca de 25 g de farelo, que, em seguida, foram submetidas às leituras de absorvância em analisador de reflectância por infravermelho (FT-NIR, equipamento agrosystem, modelo instalab 600 product analyzer). Os dados foram expressos em porcentagem, com base na matéria seca.

#### 4.2.3 Análise estatística

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos aos testes de normalidade (Teste de Lillifors) e homogeneidade de variâncias residuais entre os tratamentos (Teste de Cochran) antes de se proceder às análises de variância. As comparações entre médias

foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se nas análises o software SAS (Delwiche e Slaughter, 2003).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância dos teores de óleo e de proteína das sementes está apresentado na Tabela 1. Houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) de cultivar sobre o teor de óleo e de proteína, enquanto o efeito de época foi significativo ( $p < 0,01$ ) apenas para o teor de óleo. Quanto ao efeito da interação, época x cultivar, não houve significância.

Também na Tabela 1, verifica-se que os teores médios de óleo (23,54%) e proteína (36,89%) confirmam o observado por alguns autores, em que as frações de proteína e óleo nas sementes da soja compreendem aproximadamente 60% do total do peso seco da semente (Wang et al., 1999; Paula, 2007; Albrecht et al., 2008).

**TABELA 1** - Resumo da análise de variância dos teores de óleo e de proteína de sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias).

F.V	GL	Quadrados Médios	
		Óleo	Proteína
Bloco	3	3,7887	61,2238
Cultivar (C)	7	36,1713**	86,2510**
Resíduo (a)	21	0,8846	2,0133
Época (E)	2	1,7652**	0,9113
E x C	14	0,0760	0,3668
Resíduo (b)	48	0,1490	0,3703
Média (%)		23,54	36,89
C.V.a (%)		4,0	3,9
C.V.b (%)		1,6	1,7

\*\* F significativo a 1% de probabilidade; \* F significativo a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2, encontram-se os valores percentuais dos teores de óleo das sementes das oito cultivares colhidas em três épocas. Observa-se que o teor de óleo das sementes colhidas aos 30 dias após o estágio R8 foi superior aos valores dos teores de óleo das sementes colhidas nos estádios R8 e R8+15 dias.

Finoto (2008) avaliando antecipação e retardamento da colheita constatou que os menores valores do teor de óleo em sementes de soja foram observados na fase de enchimento de grãos, atingindo um máximo durante a fase de maturação e apresentando tendência de queda com o retardamento da colheita. Também trabalhando com antecipação de colheita e aplicação de dessecantes em sementes de soja, Lacerda et al. (2003) sugeriram que quanto mais tempo as sementes permanecem no campo durante o processo de formação maior será o acúmulo de óleo.

Ainda na Tabela 2, verifica-se que os teores de óleo das sementes da maioria das cultivares diferiram significativamente entre si. Destacam-se as cultivares Garantia, Confiança, Celeste, UFV-16 e UFV-18, todas com valores acima de 24% de óleo, ao passo que o menor valor foi observado nas sementes da cultivar UFV-TN 105 (19,56%), justamente a que apresentou o maior teor de proteína (Tabela 3). Este comportamento evidencia o que é amplamente relatado na literatura, ou seja, correlação negativa entre estes dois constituintes da semente de soja (Simpson Junior e Wilcox, 1983; Bonato, 1989; Miranda, 2006).

**TABELA 2** – Teor de óleo (%) em sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	24,05	23,99	24,63	24,22 abc
Splendor	23,17	22,95	23,34	23,15 c
Vencedora	23,00	22,92	23,63	23,18 bc
Confiança	24,68	24,80	25,07	24,85 a
UFV-18	23,86	24,05	24,33	24,08 abc
UFV-TN 105	19,28	19,61	19,80	19,56 d
Garantia	24,61	24,89	25,07	24,86 a
Celeste	24,46	24,23	24,67	24,45 ab
Média	23,39 B	23,43 B	23,82 A	23,54

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); <sup>1</sup> Base na matéria seca.

Na média geral, o teor de óleo apresentado foi de 23,54%, valor mais elevado que o verificado por Rocha et al. (2002), ao avaliarem 28 linhagens de soja em três locais do município de Piracicaba que obtiveram média geral de 21,38% de óleo nas sementes. Possenti (2007) obteve teor de óleo de 20,10% em sementes de três cultivares enriquecidas com molibdênio na Região Sudoeste do Estado do Paraná. Já Ciabotti et al. (2006) avaliaram a composição química de grãos de cultivares de soja comum e livres de lipoxigenases e constataram teor de óleo de 15,74% para as primeiras e 15,30% para as livres de lipoxigenases.

Na Tabela 3, observa-se que as três épocas de colheita não apresentaram efeito significativo sobre o teor de proteína das sementes, diferentemente do que foi constatado quanto ao teor de óleo, quando as sementes colhidas no estágio R8+30 dias apresentaram teor de óleo superior às sementes colhidas nas duas primeiras épocas (estádio R8 e R8+30 dias). Finoto (2008) observou que os maiores valores de proteína nas sementes de soja ocorreu no início da fase de enchimento de grãos e que, a partir da maturação, ocorreu redução desses valores.

Referente às cultivares, também na Tabela 3, verifica-se diferença significativa entre elas. Destacam-se as cultivares UFV-16, Confiança, UFV-18 e Garantia com percentuais médios dos teores de proteína nas sementes inferior a 36,03% e a cultivar UFV-TN 105 com teor médio de 42,78%, representando a de maior percentual médio de proteína, e como mostrado anteriormente, a que apresentou o menor teor de óleo em suas sementes. As demais cultivares apresentaram valores intermediários, entre 36,03 e 42,78% de proteína.

Paula (2007) estudando a composição química de sementes de 34 genótipos de soja produzidas no município de São Gotardo no Estado de Minas Gerais, também agrupou os genótipos de acordo com os teores de proteína observados, tendo sido verificado os maiores valores entre 40,61 e 41,43% e os menores variando de 37,31 a 38,36%.

**TABELA 3** – Teor de proteína (%) em sementes de oito cultivares de soja colhidas em três épocas (estádio R8, R8+15 e R8+30 dias)<sup>1</sup>.

Cultivar	Época de colheita			Média
	R8	R8+15	R8+30	
UFV-16	35,47	35,55	35,46	35,49 c
Splendor	38,05	38,04	37,62	37,90 b
Vencedora	37,85	38,42	37,30	37,86 b
Confiança	35,55	34,60	35,29	35,15 c
UFV-18	34,73	34,23	34,35	34,44 c
UFV-TN 105	42,72	42,99	42,62	42,78 a
Garantia	35,62	35,47	35,39	35,49 c
Celeste	36,27	36,21	35,60	36,03 bc
Média	37,03 A	36,94 A	36,70 A	36,89

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); <sup>1</sup> Base na matéria seca.

Estes resultados são similares aos apresentados por Vieira et al. (1999) que, estudando a composição centesimal de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana, constataram diferença significativa do teor de proteína das sementes entre as cultivares. Entretanto, Ávila et al. (2007) ao estudarem seis cultivares de ciclo precoce e semiprecoce em dois locais distintos no Estado do Paraná, não observaram diferença significativa dos teores de proteínas entre os genótipos, nem entre locais.

O expressivo valor médio do teor de proteína (42,78%) nas sementes da cultivar UFV-TN 105 pode ser atribuído ao seu genótipo, considerando-se que ela é resultante de um processo seletivo para alto teor de proteína, um dos principais objetivos do programa de melhoramento genético do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO). Esta cultivar tem ascendência de linhagens conhecidas

como triplo-nulas, ou seja, portadoras dos três pares de genes homozigotos recessivos que não codificam as três lipoxigenases (Lox1, Lox2 e Lox3) (Santos et al., 2005; Martins et al., 2005).

A média geral do teor de proteína de todas as cultivares foi de 36,89%, bem abaixo do valor observado na cultivar UFV-TN 105, mas similar aos valores apresentados por outros autores: Meschede et al. (2004) com valores entre 36,92 e 37,96%; Zanon (2007), 35,6% e Rangel et al. (2007), 33,5%.

Embora a composição química das sementes seja influenciada também pelas condições ambientais e pelo manejo cultural, é possível que os resultados observados dos teores de óleo e proteína nas diferentes cultivares de soja possam ser úteis no sentido de subsidiar futuros trabalhos de pesquisa visando o aumento deste ou daquele componente nas sementes desta leguminosa, assim como, orientar o produtor na escolha do material genético detentor de características desejáveis de acordo com o objetivo do cultivo, como exemplo: a indicação de cultivares que apresentem elevado teor de óleo nas sementes, o que é no cenário atual, de grande interesse da indústria de biocombustíveis.



#### 4.4 CONCLUSÕES

- Houve variação dos teores de óleo e proteína das sementes entre as cultivares, destacando-se com maior teor de óleo a Garantia, Confiança, Celeste, UFV-16 e UFV-18 (acima de 24%) e de proteína, a UFV-TN 105 (42,78%);
- O retardamento de colheita não provocou redução dos teores de óleo e proteína nas sementes das oito cultivares de soja.

#### 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: [http://www.abiove.com.br/exporta\\_br.html](http://www.abiove.com.br/exporta_br.html). Acesso em março de 2009.
- AGRIANUAL 2009. Anuário da Agricultura Brasileira. **Mercado e Perspectivas**. São Paulo-SP, 2009. 497p.
- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; AVILA, M.R.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na Região Oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.865-873, 2008.
- ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; FILHO, P.S.V. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.3, p.98-111, 2007.
- BONATO, E.R.; BERTAGNOLLI, P.F.; LANGE, C.E.; RUBIN, S.A.L. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2391-2398, 2000.
- BONATO, E.R. **Herança do tempo para o florescimento e para a maturidade em variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba SP: ESALQ, 1989. 166p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1989.
- BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, F.E.I.; SCHUAB, S.R.P. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento da colheita. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.449-457, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF, 1992. 365p.
- BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CARDWELL, B.E.; HOWELL, R.W.; JUDD, R.W.; JOHNSON, H.W. **Soybeans: improvement, production, and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1973. p.155-186.
- CAIRES, E.F.; FERRARI, R.A.; MORGANO, M.A. Produtividade e qualidade da soja em função da calagem na superfície em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.283-290, 2003.
- CARRARO, I.M.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; REIS, M.S.; THIÉBAUT, J.T.L. Influência do retardamento de colheita sobre a qualidade das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Brasília, EMBRAPA/CNPSo/CPAC, 1981. p.661-675.

- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Jaboticabal: FUNEP, 4 ed., 2000. 588p.
- CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M.F.P.; MANDARINO, J.M.G.; TARONE, A.G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.5, p.920-929, set./out., 2006.
- DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Revista Seed News**, Pelotas, v.6, n.6, 2002.
- DELWICHE, L.D.; SLAUGHTER, S.J. **The littler SAS book: a primer**. Cary: SAS Institute, 2003. 268p.
- FINOTO, E.L. **Variabilidade fenotípica dos teores de óleo e proteína de cultivares de soja em diferentes ambientes**. 2008. 116p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- GIURIZATTO, M.I.K.; SOUZA, L.C.F.; ROBAINA, A.D.; GONÇALVES, M.C. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p.771-779, 2003.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades - Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 8p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 55).
- LACERDA, A.L.S.; LAZARINI, E.; SÁ, M, E.; FILHO, W.V.V. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.2, p.97-105, 2003.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MARTINS, C.A.O.; SEDIYAMA, C.S.; OLIVEIRA, M.G.A.; ROCHA, V.S.; REIS, M.S.; MOREIRA, M.A. Efeito da eliminação genética das lipoxigenases sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Ceres**, Viçosa, v.52, n.301, p.357-367, 2005.
- MASCARENHAS, H.A.A.; TAKANA, R.T.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; AMBROSANO, G.M.B.; CARMELLO, Q.A.C. Efeito da calagem sobre a produtividade de grãos, óleo e proteína em cultivares precoces de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.164-172, jan./abr., 1996.
- MESCHEDE, D.K.; BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A.; SCHUAB, S.R.P. Rendimento, teor de proteína nas sementes e características agrônômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.139-145, 2004.

- MIRANDA, F.D. **Produção, conteúdo de proteína e óleo no grão da soja: herdabilidades, correlações e seleção de genótipos superiores**. 2006. 74p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- MIRANDA, G.V.; SOUZA, P.I.M.; MOREIRA, C.T.; SPEHAR, C.R. Efeito de épocas de colheita sobre a qualidade física e fisiológica de sementes da soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, n.249, p.663-673, 1996.
- MORAES, R.M.A.; JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS, E.G.; MOREIRA, M.A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.725-729, 2006.
- PAULA, S.A. **Composição bioquímica e fatores antinutricionais de genótipos de soja**. 2007. 74p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- POSSENTI, J.C. **Qualidade fisiológica de sementes de soja enriquecidas com molibdênio**. 2007. 43p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.
- RANGEL, M.A.S.; MINUZZI, A.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; CARDOSO, P.C. Efeitos da interação genótipos x ambientes no rendimento de grãos e nos teores de proteína de cultivares de soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n.3, p.351-354, 2007.
- RESENDE, J.C.F. **Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes épocas de colheita e condições de armazenamento**. 1993. 115p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- ROCHA, M.M.; VELLO, N.A.; MAIA, M.C.C.; LOPES, A.C.A. Magnitude da interação genótipos x ambientes para o caráter teor de óleo em linhagens de soja. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.6, n.3, p.617-625, 2002.
- SANTOS, M.R.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja submetidas a diferentes épocas de colheita e correlações com a emergência de plântulas no campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.52, n.302, p.535-554, 2005.
- SBARLOTTO, A.; LEANDRO, G.V. Escolha de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.614-619, 2008.
- SEDIYAMA, C.A.Z. **Qualidade fisiológica e pré-condicionamento de sementes de cultivares de soja de diferentes grupos de maturidade em três épocas de colheita**. 2008. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

- SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; 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, Minas Gerais. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Brasília, EMBRAPA/CNPSO/CPAC, 1981. p.645-660.
- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja**. 3 reimp., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1996. I parte, 96p.
- SIMPSON JUNIOR, A.M.; WILCOX, J.R. Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in for high protein soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.23, p.1077-1081, 1983.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; GALLO, P.B. Concentração e produtividade de óleo e proteína de soja em função da adubação potássica e da calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.4, p.463-469, 1995.
- TEIXEIRA, J.P.F.; RAMOS, M.T.B.; MORAIS, R.M.; FARACO, M.H.; MASCARENHAS, H.A.A. Acúmulo de substâncias de reserva em grãos de soja. I. matéria seca, óleo e ácidos graxos. **Bragantia**, Campinas, v.44, n.1, p.295-309, 1985.
- THORNE, J.C.; FEHR, W.R. Incorporation of high-protein, exotic germplasm into soybean populations by 2- and 3-way crosses. **Crop Science**, Madison, v.10, n.6, p.652-655, 1970.
- VIEIRA, C.R.; CABRAL, L.C.; PAULA, A.C.O. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1277-1283, 1999.
- VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T. Efeito de retardamento da colheita, sobre a qualidade de sementes de soja cv "UFV-2". **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4, n.2, p.09-22, 1982.
- VOLDENG, H.D.; COBER, E.R.; HUME, D.J.; GILLARD, C.; MORRISON, M.J. Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. **Crop Science**, Madison, v.37, n.2, p.428-431, 1997.
- WANG, S.H.; CABRAL, L.C.; MAIA, L.H.; ARAÚJO, F.B. Mingau de arroz e soja pronto para consumo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.855-860, 1999.
- WILCOX, J.R.; CAVINES, J.F. Normal and low linolenic acid soybean strains: response to planting date. **Crop Science**, Madison, v.32, n.5, p.1248-1251, 1992.
- WILCOX, J.R.; GUODONG, Z. Relationship between seed yield and seed protein in determinate and indeterminate soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.37, n.2, p.361-364, 1997.

ZANON, G.D. **Teor de proteína e de óleo em grãos de soja obtidos sob diferentes tipos de manejo.** 2007. 57p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2007.

MOREIRA, M.A. Programa de melhoramento genético da qualidade de óleo e proteína da soja desenvolvido na UFV. In: Congresso brasileiro de soja, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.99-104.