

MARLEI ROSA DOS SANTOS

QUALIDADE FISIOLÓGICA, SANIDADE E ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS EM  
SEMENTES DE SOJA E SUAS RELAÇÕES COM O POTENCIAL DE  
ARMAZENAMENTO E EMERGÊNCIA NO CAMPO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2004

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S237q  
2004

Santos, Marlei Rosa dos, 1969-

Qualidade fisiológica, sanidade e alterações bioquímicas em sementes de soja e suas relações com o potencial de armazenamento e emergência no campo / Marlei Rosa dos Santos. – Viçosa : UFV, 2004.

xi, 104f. : il. ; 29cm.

Orientador: Múcio Silva Reis.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Soja - Semente - Qualidade. 2. Soja - Semente - Lipoxigenases. 3. Soja - Semente - Armazenamento. 4. Soja - Semente - Bioquímica. 5. Soja - Semente - Germinação. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 20.ed. 633.3421

MARLEI ROSA DOS SANTOS

QUALIDADE FISIOLÓGICA, SANIDADE E ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS EM  
SEMENTES DE SOJA E SUAS RELAÇÕES COM O POTENCIAL DE  
ARMAZENAMENTO E EMERGÊNCIA NO CAMPO

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-Graduação  
em Fitotecnia, para obtenção do título de  
“Doctor Scientiae”.

APROVADA: 28 de janeiro de 2004

---

Prof. Carlos Sigueyuki Sedyama  
(Conselheiro)

---

Prof. Tuneo Sedyama  
(Conselheiro)

---

Prof. Marcos Paiva Giúdice

---

Prof. Ubirajara Russi Nunes

---

Prof. Múcio Silva Reis  
(Orientador)

A Deus, por estar sempre presente em minha vida.

Aos meus pais, Belarmino e Miquelina.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos.

Aos meus parentes e amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Jesus Cristo, sempre presente em minha vida, guiando meu caminho e justificando minha existência.

Aos meus pais Belarmino Bernardes dos Santos e Miquelina Alves dos Santos, aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos, pelo carinho, apoio e incentivo, sem os quais seria impossível vencer mais esta etapa.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo.

Ao professor Múcio Silva Reis, pela amizade, orientação, paciência e incentivo constantes no decorrer do curso e desenvolvimento deste trabalho, bem como pelo exemplo de competência e responsabilidade durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos professores Tuneo Sedyama e Maurílio Alves Moreira, pelas valiosas sugestões durante a condução e redação da tese.

Ao professor Carlos Sigueyuki Sedyama, pela amizade, atenção, paciência e orientação, durante a realização das análises estatísticas.

Ao professor Luiz Antônio dos Santos Dias, pela amizade, atenção e valiosa ajuda.

Ao professor Tocio Sedyama, pela amizade, atenção e empenho, como coordenador do Curso de Fitotecnia.

Ao professor Eduardo Fontes Araújo, pela colaboração e sugestões.

Aos professores Marcos Paiva del Giúdice e Ubirajara Russi Nunes pelas sugestões e pela participação na banca de defesa da tese.

À secretária do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Mara Rodrigues, pela amizade, paciência e apoio.

Aos funcionários do Laboratório de Preparo de Soja, em especial ao Paulinho e Cupertino, pelo agradável convívio e pela valiosa ajuda, dedicação e responsabilidade.

Aos estudantes e funcionários do Laboratório do Núcleo de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), pelo agradável convívio e, em especial, à pesquisadora Rita pela valiosa ajuda.

À Sandra e Adilson, pelo apoio e estímulo nas horas mais difíceis.

Aos amigos Raquel, Josete, Paulo, Rita, Inês, Nilton, Daniela, Adinan, Sandro, Patrícia e Elaine, pelo apoio e ajuda, durante todos esses anos.

Aos Jovens da Igreja de Viçosa, Paulo, Moisés, Heloísa, Fabrícia Márcio, Flavia, Samuel, Sheina, Nattacha, Davi, Sandra, Fernanda e Viviane, pela marcante presença em minha vida.

Aos irmãos em Cristo, Juçara, Julimar, Cidinha, Sônia, Zé Mário e Jorge, com os quais sempre pude contar.

A todos aqueles com os quais convivi e que, de alguma forma, contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

## **BIOGRAFIA**

MARLEI ROSA DOS SANTOS, filha de Belarmino Bernardes dos Santos e Miquelina Alves dos Santos, nasceu em 10 de fevereiro de 1969, em Capitólio - Minas Gerais.

Cursou o primário na Escola Estadual Cel. Lourenço Belo, Capitólio - Minas Gerais. Concluiu o primeiro e o segundo grau na Escola Estadual de Capitólio de I a II Graus, Capitólio – Minas Gerais.

Em 1997, graduou-se em agronomia pela Universidade Federal de Viçosa - MG.

Em 1999, concluiu o Curso de Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 1999 iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em Janeiro de 2004.

## ÍNDICE

	Página
<b>RESUMO</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>4</b>
<b>ATIVIDADE DE LIPOXIGENASES DURANTE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA E AO ARMAZENAMENTO</b> .....	<b>6</b>
RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
1. INTRODUÇÃO .....	8
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	12
3.1. Atividade de lipoxigenase 1 por miligrama de matéria fresca e por miligrama de proteína ( atividade específica) .....	12
3.2. Atividade de lipoxigenases 2+3 por miligrama de matéria fresca e por miligrama de proteína (atividade específica) .....	15
3.3. Atividade de lipoxigenase 3 por miligrama de matéria fresca e por miligrama de proteína (atividade específica) .....	19
4. CONCLUSÕES .....	23
5. REFERÊNCIAS .....	23
<b>QUALIDADE FISIOLÓGICA, SANITÁRIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA EM CONDIÇÕES DE CAMPO</b> .....	<b>26</b>
RESUMO .....	26
ABSTRACT .....	27

1. INTRODUÇÃO .....	28
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	31
2.1. Avaliação da qualidade das sementes .....	32
2.2. Análise estatística.....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4. CONCLUSÕES .....	46
5. REFERÊNCIAS .....	47
<b>QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA COLHIDAS EM DIFERENTES ÉPOCAS E SEU POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO .....</b>	<b>52</b>
RESUMO .....	52
ABSTRACT .....	53
1. INTRODUÇÃO .....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	56
2.1. Avaliação da qualidade das sementes .....	57
2.2. Análise estatística.....	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
4. CONCLUSÕES .....	77
5. REFERÊNCIAS .....	77
<b>CONCLUSÕES FINAIS .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>83</b>

## RESUMO

SANTOS, Marlei Rosa dos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Janeiro de 2004. **Qualidade fisiológica, sanidade e alterações bioquímicas em sementes de soja e suas relações com o potencial de armazenamento e emergência no campo.** Orientador: Múcio Silva Reis. Conselheiros: Tuneo Sedyama; Carlos Sigueyuki Sedyama e Maurílio Alves Moreira.

Objetivou-se neste trabalho: avaliar o perfil de atividade das isoenzimas lipoxigenases, durante a germinação de sementes de soja, submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento; avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes, colhidas em diferentes épocas; e estimar as correlações entre os resultados dos testes, utilizados nessas avaliações com a emergência das plântulas no campo e o seu potencial de armazenamento. No ano agrícola 2000/01, sementes das variedades CAC-1, FT- Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) e das respectivas linhagens com ausência das três lipoxigenases LOX1, LOX2 e LOX3 (CAC-1 triplo-nulo, FT-Cristalina triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo), bem como das variedades Doko-RC, Savana, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV-19 (Triângulo), foram multiplicadas no campo. As colheitas das variedades, ou linhagens, foram realizadas no estádio R8 e aos 15 e 30 dias após este estádio. Posteriormente, as sementes foram embaladas em sacos de tecido de algodão e armazenadas, durante oito meses, em condições ambientes (sem o controle de temperatura e umidade relativa do ar). A atividade das isoenzimas lipoxigenases, durante a germinação, foi determinada somente nas sementes da variedade CAC-1 e da linhagem CAC-1 triplo-nulo, antes da semeadura e, diariamente, durante um período de dez

dias após a semeadura. A qualidade das sementes foi avaliada por meio dos testes: germinação, primeira contagem e germinação final; envelhecimento acelerado; condutividade elétrica; lixiviação de potássio; determinação do conteúdo de aldeídos totais; emergência das plântulas no campo; velocidade de emergência; índice de emergência; e sanidade. A atividade das lipoxigenases durante a germinação das sementes, colhidas no estágio R8 e aos 15 e 30 dias após este estágio, foi influenciada pelo período de armazenamento, apresentando, em geral, atividade menor na maioria das avaliações (dias de germinação), para as sementes armazenadas por oito meses. As linhagens triplo-nulos apresentaram sementes com maior sensibilidade aos efeitos do retardamento de colheita, em comparação com as variedades das quais se originaram. As variedades CAC-1 e FT-Cristalina destacaram-se como mais tolerantes ao retardamento de colheita das sementes, quanto à germinação e ao vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado. A ocorrência de *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp. e totais de fungos tenderam a maiores percentagens, nas sementes colhidas 30 dias após o estágio R8, com diferenças no grau de tolerância à infecção das sementes entre os materiais genéticos. Nas condições de campo mais próximas às ideais, os resultados de emergência das plântulas apresentaram maior correlação com o teste de germinação, em todas as épocas de colheita. O envelhecimento acelerado foi eficiente para prever o potencial de germinação das sementes colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8 e armazenadas por quatro meses.

## ABSTRACT

SANTOS, Marlei Rosa dos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, January 2004. **Physiologic quality, sanity and biochemical changes in soybean seeds and their relationships with the potential storage and emergency in the field.** Adviser: Múcio Silva Reis. Committee members: Tuneo Sedyama; Carlos Sigueyuki Sedyama and Maurílio Alves Moreira.

The objectives of this study were: to evaluate the profile of the lipoxygenase isoenzyme activity during germination of the soybean seeds submitted to the harvesting delay and storage; to evaluate the physiologic and sanitary qualities of the seeds harvested at different times; and to estimate the correlations among the results from the tests used in those evaluations with the seedling emergencies in the field and their storage potential. Seeds of the cultivars CAC-1, FT-Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) and their respective inbred lines (CAC-1 triple-null, FT-Cristalina triple-null and UVF-16 triple-null) with absence of the three lipoxygenases LOX1, LOX2 and LOX3, as well as those of the cultivars Doko-RC, Savannah, UVF-18 (Patos de Minas) and UVF-19 (Triângulo Mineiro) were multiplied in the field, in the agricultural year 2000/01. The harvests of either cultivars or inbred lines were accomplished at stage R8 and at 15 and 30 days after this stage. Later, the seeds were wrapped in cotton cloth and stored for eight months under environmental conditions (without controlling the temperature and air relative humidity). The activity of the lipoxygenase isoenzymes during germination was determined only for seeds of the CAC-1 cultivar and the inbred line (CAC-1 triple-null), before seeding and daily for a 10-day period after seeding. The quality of the seeds were evaluated

by the following tests: germination, first counting and final germination; accelerated aging; electric conductivity; potassium leaching; determination of the total aldehyde content; emergency of the seedlings in the field; emergency speed; and emergency rate; and sanity. The activity of the lipoxygenases during germination of the seeds harvested at stage R8 and at 15 and 30 days after this stage were influenced by the storage period, generally presenting a lower activity in most evaluations (germination days), for the seeds stored during eight months. The triple-null inbred lines exhibited seeds with a higher sensibility to the effects of the harvest delay, compared to the cultivars from which they were originated. The cultivars CAC-1 and FT-Cristalina showed to be more tolerant to the delay of the seed harvesting, as for germination and vigor evaluated by the accelerated aging test. The occurrence of *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp. and total fungus tended to highest percentages in those seeds harvested at 30 days after stage R8, with differences at the level of the seed tolerances to the infection among the genetic materials. Under those field conditions closer to the ideal ones, the results of the seedling emergencies showed the highest correlation with the germination test in all harvesting times. The accelerated aging was efficient to predict the germination potential of the seeds harvested at 15 and 30 days after stage R8 and stored for four months.

## INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a soja é uma das principais culturas agrícolas, assumindo grande importância na produção de alimentos, em razão da crescente demanda, no mercado interno e externo, por proteína e óleo de alta qualidade. No contexto mundial de produção de soja, o País ocupa a segunda colocação, perdendo apenas para os Estados Unidos, em termos de área cultivada e produção total, justificando assim, o desenvolvimento de novas pesquisas neste setor.

Dentre os fatores que podem limitar a produção de soja está o estabelecimento inadequado de plantas no campo. Segundo Formoso & Kohen (1977), o emprego de sementes de alta qualidade, conjugado a práticas culturais adequadas, proporciona a obtenção de lavouras com estande desejado e, conseqüentemente, maior produtividade.

Dado o fato que a utilização de sementes de alta qualidade é fundamental para obtenção de alta produtividade agrícola, a qualidade de sementes tem sido objeto de inúmeras pesquisas, pois, as sementes estão sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física, após a maturação. Tais mudanças caracterizam o processo de deterioração, que está associado com a redução do vigor e perda da capacidade germinativa das sementes.

No período entre a maturidade fisiológica e a colheita, a soja fica armazenada no campo, exposta fatores climáticos adversos e ataque de patógenos. Neste período, as sementes estão em constante processo de troca

de umidade com o ar circundante a fim de alcançar o equilíbrio higroscópico. Portanto, seu teor de água está em função da umidade relativa do ar e da temperatura do meio, bem como de outros fatores, como composição química, tamanho, condições físicas das sementes (Peske & Aguirre, 1987). Essas alterações no seu grau de umidade e tamanho provocam o rompimento do tegumento, tornando-as mais permeáveis à entrada de água, além de promover sua deterioração (França Neto & Krzyzanowski, 1990; Souza et al., 1993).

Para obtenção de sementes de soja de melhor qualidade, segundo Sedyama (1972), é fundamental que a colheita seja realizada o mais próximo possível do ponto de maturidade fisiológica. O atraso da colheita após a maturação reduz, consideravelmente, o poder germinativo e o vigor das sementes, exercendo efeito negativo sobre sua qualidade fisiológica (Silva et al., 1979).

A detecção do estágio de deterioração de um lote de sementes tem sido feita, freqüentemente, por meio de testes de vigor, que constituem uma ferramenta imprescindível em um programa de controle de qualidade de sementes. O objetivo básico desses testes consiste em identificar diferenças importantes no potencial fisiológico de lotes de sementes, que apresentam poder germinativo semelhante, pois, muitas vezes estes podem apresentar comportamentos distintos quanto ao desempenho no campo e, ou no armazenamento.

Os mecanismos que levam à deterioração das sementes, ainda, não estão completamente elucidados, mas sabe-se que a redução da qualidade fisiológica das sementes está relacionada a alterações bioquímicas, que conduzem ao comprometimento de suas atividades metabólicas. Dentre essas alterações, destacam-se as mudanças na atividade respiratória e enzimática, nos processos de síntese, nos compostos de reserva, nas membranas celulares e cromossomos (Abdul-Baki & Anderson, 1972).

Alguns trabalhos relacionam a presença, ou ausência, de lipoxigenases à qualidade fisiológica de sementes de soja, porém pouco se sabe sobre seu papel fisiológico na semente (Trawatha, et al., 1993; Dias, 1999; Queiroz et al., 2002; Martins et al., 2002). Dias (1999), trabalhando com sementes de soja com ausência das três isoenzimas lipoxigenases (LOX1, LOX2 e LOX3), observou que a presença da LOX1 pode não estar relacionada à qualidade

fisiológica da semente, ao passo que as LOX2 e LOX3, ou uma forma distinta destas, estão relacionadas, auxiliando o processo de germinação e desenvolvimento da plântula.

Segundo a Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983), as transformações degenerativas mais sutis, não-avaliadas pelo teste de germinação, exercem grande influência no potencial de desempenho das sementes, refletindo-se em sua capacidade de armazenamento, emergência no campo, crescimento e produtividade das plantas. Estas transformações podem ser detectadas e avaliadas pelos testes de vigor.

De acordo com Marcos Filho (1999), a eficiência dos testes de vigor depende da escolha adequada do método, em função dos objetivos pretendidos, pois, nem sempre, o teste mais indicado para avaliar o potencial de emergência das plântulas, no campo, é o mais adequado para detectar diferenças entre o potencial de armazenamento dos lotes de determinada espécie.

Neste Trabalho, objetivou-se: avaliar o perfil de atividade das isoenzimas lipoxigenases, durante a germinação de sementes de soja, submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento; avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes colhidas em diferentes épocas; e estimar as correlações entre os resultados dos testes, utilizados nessas avaliações com a emergência das plântulas no campo e o seu potencial de armazenamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWISKI, T.T. (ed.). **Seed biology: germination control, metabolism and pathology**. New York: Academic Press, 1972. v.2, p. 283-315.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. East Lasing, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- DIAS, A.C.P. **Atividade de lipoxigenases durante a germinação e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). UFV, 1999.
- FORMOSO, A.; KOEHN, D. Sementes de soja de qualidade garantida. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n.18, p.57- 58, 1977.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. **Sementes enrugadas: novo problema da soja**. Londrina, EMBRAPA - CNPSo, 1990. 4p. (EMBRAPA-CNPSo, Comum. Técnica, 49).
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZNOWSKI, F.C., VIEIRA. R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de sementes, 1999. Cap.1.
- MARTINS, C.A.O; SEDIYAMA, C.S.; MOREIRA, M.A.; REIS. M.S.; ROCHA, V.S.; OLIVEIRA, M.G.A. Efeito da eliminação genética das lipoxigenases das sementes sobre as características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.10, p.1389-1398, 2002.
- PESKE, S.T.; AGUIRRE, R. **Manual para operadores de umidades de benefício de semillas (UBS)**. Cali, CIAT, 1987. 117p.

- QUEIROZ, T.F.N.; MOREIRA, M.A.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S. Qualidade fisiológica de sementes de linhagens de soja sem lipoxigenases. **Revista Ceres**, Viçosa, v.49, n.284, p.395-404, 2002.
- SEDIYAMA, C.S. **Influência do retardamento da colheita de soja sobre a deiscência das vagens, qualidade e poder germinativo das sementes**. Viçosa, MG: UFV, 1972. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). UFV, 1972.
- SILVA, C.M.; MESQUITA, A.N.; PEREIRA, L.A.G. Efeito da época de colheita na qualidade da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.2, p.41-48, 1979.
- SOUZA, P.I.M.; MIRANDA, G.V.; MOREIRA, C.T.; SPEHAR, C.R. Efeitos de diferentes épocas de colheita e trilha mecânica em três genótipos de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.3, n.3, p.53, 1993.
- TRAWATHA, S.E.; TEKRONY, D.M.; HILDEBRAND, D.F. Lipoxygenase activity and C<sub>6</sub>-aldehyde formation in comparison to germination and vigor during soybean seed development. **Crop Science**, Madison, v.33, n.4, p.1337-1344, 1993.

## **ATIVIDADE DE LIPOXIGENASES DURANTE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA E AO ARMAZENAMENTO**

RESUMO - Este trabalho foi desenvolvido, com objetivo de avaliar o perfil de atividade das isoenzimas lipoxigenases, durante a germinação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento. Sementes da linhagem com ausência das três lipoxigenases LOX1, LOX2 e LOX3 (CAC-1 triplo-nulo) e da variedade CAC-1 foram multiplicadas, no campo Experimental "Professor Diogo Alves de Melo", Universidade Federal de Viçosa (UFV), no ano agrícola 2000/01. As sementes foram colhidas no estádio R8 e aos 15 e 30 dias, após este estádio. Posteriormente, as sementes foram embaladas em sacos de tecido de algodão e armazenadas por até oito meses, em condições ambientais (sem controle de temperatura e umidade relativa do ar). Previamente, amostras de sementes foram retiradas no início do armazenamento (tempo zero) e aos quatro e oito meses de armazenamento. Vinte e duas sementes de cada amostra foram utilizadas, para avaliação da atividade das lipoxigenases durante a germinação, a qual foi determinada, espectrofotometricamente, a 234 e 280 nm antes da semeadura e, diariamente, por um período de dez dias após a instalação do teste de germinação. A atividade de LOX2+3 durante a germinação das sementes, colhidas nos estádios R8 e aos 15 e 30 dias após o R8, foi a que apresentou a maior influencia do efeito de armazenamento. A atividade de LOX2+3 e LOX3 das sementes de CAC-1 triplo-nulo apresentou picos, nos diferentes dias de germinação, variando conforme a época de colheita e o período de armazenamento. Em geral, a atividade das lipoxigenases foi menor, na maioria das avaliações (dias de germinação), para as sementes armazenadas por oito meses, tanto em sementes de CAC-1 como de CAC-1 triplo-nulo.

Palavras-chave: soja, sementes, lipoxigenases, armazenamento

## **LIPOXYGENASE ACTIVITY DURING GERMINATION OF THE SOYBEAN SEEDS SUBMITTED TO HARVESTING DELAY AND STORAGE**

ABSTRACT – This study was carried out to evaluate the activity profile of the lipoxygenase isoenzymes during germination of the soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seeds submitted to either the delayed harvesting and storage. Seeds of the inbred lines (CAC-1 triple null) with absence of the three lipoxygenases LOX1, LOX2 and LOX3 and of the CAC-1 cv. were multiplied in the experimental field "Professor Diogo Alves de Melo" pertaining to the Universidade Federal de Viçosa (UFV), in the agricultural year 2000/01. The seeds were harvested at stage R8 and at 15 and 30 days after this stage. Later, they were packed in cotton cloth and stored for up to eight months under environmental conditions (without controlling the temperature and air relative humidity). Previously, a number of seed samples were removed at the beginning of the storage (time zero), as well as at four and eight months under storage. Twenty two seeds of each sample were used for evaluating the activity of the lipoxygenases during germination. This activity was spectrophotometrically determined at 234 and 280 nm before seeding and daily for a 10-day period after setting up the germination test. The activity of LOX2+3 during germination of the seeds harvested at stage R8 and at 15 and 30 days after this stage was the one presenting the greater influence of the storage effect. The activity of LOX2+3 and LOX3 of the triple-null CAC-1 seeds showed peaks in the different germination days, as varying according to either the harvesting time and storage period. In general, the lipoxygenase activities was lower in most evaluations (germination days) for those seeds kept under storage for eight months, in both CAC-1 and triple-null CAC-1 seeds.

Keywords: soybean, seeds, lipoxygenases, storage

## 1. INTRODUÇÃO

A lipoxigenase (linoleato: oxigênio oxidorreductase, EC 1.13.11.12) é uma dioxigenase, que cataliza a peroxidação de moléculas contendo grupos cis, cis 1,4 pentadieno. A degradação subsequente dos hidroperóxidos formados pode levar ao aparecimento de diversos compostos, relacionados ao desenvolvimento de sabores e odores indesejáveis, em produtos derivados da soja e à redução do valor nutricional desses produtos (Wolf, 1975; Rackis et al., 1979; Axelrod et al., 1981; Matoba et al., 1985; Lanna, 1995).

Uma série de trabalhos de pesquisa, evidencia que as isoenzimas lipoxigenases são responsáveis pelo desenvolvimento do sabor característico dos produtos protéicos de soja (José, 1994; Lanna, 1995), normalmente, referido como sendo proveniente da degradação oxidativa dos ácidos graxos presentes nas sementes, pela ação das isoenzimas lipoxigenases. Desta forma, a obtenção de cultivares de soja com ausência dessas isoenzimas lipoxigenases, por meio de manipulação genética, é uma alternativa, que vem sendo explorada em inúmeros trabalhos de pesquisa realizados nos últimos anos, em diversos países (José, 1994; Sedyama et al., 1998; Oliveira et al., 1998; Narvel et al., 2000), na tentativa de minimizar os problemas de odor e sabor dos derivados protéicos de soja, bem como melhorar a qualidade das sementes produzidas, mediante redução dos efeitos deletérios do processo de deterioração.

A oxidação dos lipídios presentes nas membranas celulares e o concomitante aumento na concentração de ácidos graxos livres têm sido propostos como o principal mecanismo de deterioração de sementes. Geralmente, o ataque oxidativo inicia-se nos ácidos graxos polinsaturados, localizados na membrana plasmática; desta forma, considera-se que o primeiro passo para a deterioração de sementes seria a perda de integridade da membrana, levando a um aumento em sua permeabilidade e provocando o vazamento de solutos celulares, durante o processo de embebição de sementes. Segundo Braccini et al. (1996), a velocidade dessas reações de oxidação dos ácidos graxos é, altamente, acelerada pela presença das isoenzimas lipoxigenases, que são encontradas nas sementes.

A função fisiológica das isoenzimas lipoxigenases na semente é ainda desconhecida, porém suspeita-se que elas possam estar relacionadas, dentre

outros, com o processo de germinação (Dias et al., 2002). Segundo Hildebrand (1989), a alta atividade de lipoxigenase nas sementes em germinação pode acelerar a ruptura de membranas celulares, facilitando o transporte de produtos armazenados para o desenvolvimento do embrião.

O objetivo do presente trabalho foi verificar o perfil de atividade das isoenzimas lipoxigenases, durante o processo de germinação de sementes de soja, submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi conduzido no Campo Experimental "Professor Diogo Alves de Melo", no Laboratório de Análise de Sementes de Soja do Departamento de Fitotecnia e nos laboratórios do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais.

As sementes da variedade CAC-1 e da linhagem com ausência das três lipoxigenases LOX1, LOX2 e LOX3 (CAC-1 triplo-nulo), obtidas pelo método de retrocruzamentos com recuperação parcial, foram fornecidas pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As sementes de cada material genético foram multiplicadas em condições de campo, no ano agrícola 2000/01, em parcelas de doze fileiras de 5 m de comprimento e espaçamento entre fileiras de 0,70 m, com densidade populacional de 15 plantas/m, aproximadamente. A técnica de "roquing" foi realizada em cada parcela, com a finalidade de eliminar as plantas atípicas, com base na cor da flor, na cor da pubescência, no hábito de crescimento e no ciclo para floração e maturação.

As colheitas de cada material genético foram realizadas em três épocas, sendo a primeira no estágio de maturação R8 da escala de Fehr & Caviness (1979), quando apresentaram 95% das vagens maduras, enquanto a segunda e terceira foram realizadas aos 15 e aos 30 dias após o estágio R8, respectivamente. Em cada época, foram colhidas, em conjunto, quatro fileiras aleatórias e as plantas debulhadas em trilhadeira estacionária. Depois de submetidas à limpeza e secagem ao sol até atingir 10 a 11% de umidade, aproximadamente, as sementes foram embaladas em sacos de algodão e

mantidas em câmara fria à temperatura de 10°C e umidade relativa do ar de 65%.

Concluída a colheita da última época (30 dias após o R8), as sementes de cada tratamento (variedade ou linhagem e época de colheita) foram embaladas em sacos de tecido de algodão e armazenadas, por até oito meses, em condições ambientais (sem controle de temperatura e umidade relativa do ar), na Unidade de Beneficiamento de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. Retiraram-se, previamente, amostras de sementes de cada tratamento (parcelas), no início do armazenamento (tempo zero) e aos quatro e oito meses de armazenamento, constituindo-se as subparcelas. Durante o armazenamento, realizou-se o monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento, por meio de um termohigrógrafo. Os dados de temperaturas máxima e mínima e da umidade relativa do ar são apresentados na Figura 1.

As determinações da concentração de proteína e da atividade de lipoxigenases foram realizadas, no início da germinação (sementes secas) e diariamente, por um período de 10 dias após semeadura, coletando-se duas sementes por rolo, cada semente constituindo uma repetição. Para isso, vinte sementes de cada tratamento (material genético x época de colheita), previamente esterilizadas em solução de álcool 70%, hipoclorito de sódio 2% e água destilada, respectivamente, durante 1 minuto, foram colocadas para germinar em três folhas de papel-toalha germitest, previamente, umedecidas com água num volume de 2,5 vezes o peso do papel, formando-se rolos. As sementes foram posicionadas no quarto inferior do papel e os rolos foram colocados em germinador com temperatura controlada a 25°C.

O preparo do extrato vegetal (extrato bruto) para essas determinações foi feito, utilizando-se 10 mg dos cotilédones das sementes e plântulas, que foram macerados em cadinhos de porcelana, previamente, resfriados a -20°C e homogeneizados na presença de 600 µL de tampão Tris-HCl 60 mM pH 8,2, contendo CaCl<sub>2</sub> 15 mM e sacarose 13% (p/v). O homogenato foi centrifugado a 16200 x g por 20 minutos a 4°C, para utilização do sobrenadante (Dias, 1999).

A concentração de proteína foi determinada pelo método do ácido bicinconínico (BCA), desenvolvido por Smith et al. (1985). Foram pipetados 50 µL de cada extrato vegetal bruto e colocados dentro de tubos de ensaio; para o branco, foram pipetados 50 µL do tampão Tris-HCl 60 mM pH 8,2, contendo

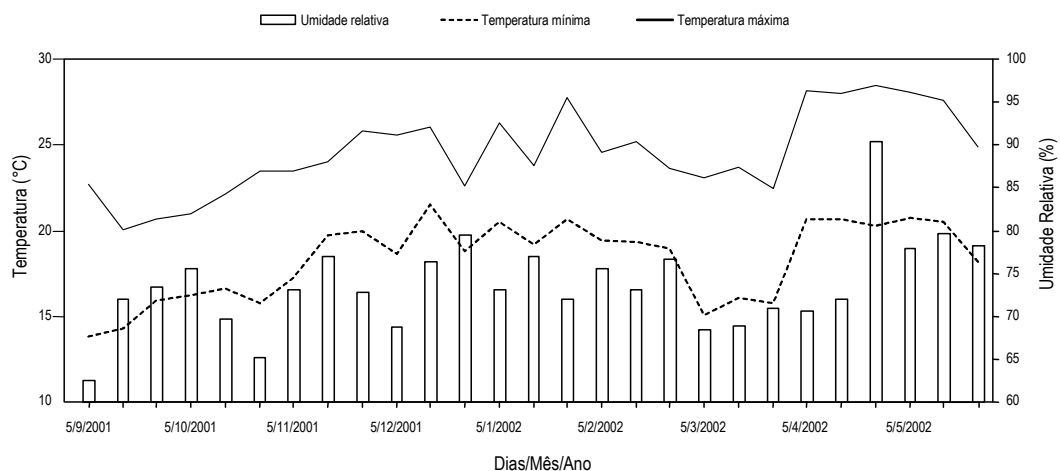


Figura1. Dados médios, em decêndios, de temperaturas mínima (T Mín) e máxima (T Máx) e umidade relativa do ar (Umid Rel) registrados no interior da Unidade de Beneficiamento de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, durante o período de armazenamento das sementes multiplicadas na safra 2000/01.

CaCl<sub>2</sub> 15 mM e sacarose 13% (p/v). Em cada tubo de ensaio, foi adicionado 1 mL de reagente de trabalho (50 partes de BCA: 1 parte de solução de sulfato de cobre 4%), soluções comercialmente disponíveis. Posteriormente, os tubos foram colocados, um a um, em banho-maria a 37°C, onde permaneceram por 30 minutos cada. Após o período de incubação, os tubos foram retirados um a um, e resfriados à temperatura ambiente por 20 minutos. A absorvância foi medida, espectrofotometricamente, a 562 nm e a concentração de proteína foi determinada por meio de uma curva-padrão, previamente determinada, em que foi utilizada como proteína-padrão a albumina sérica bovina. A quantidade de proteína por miligrama de matéria fresca foi obtida, multiplicando-se os valores de concentração de proteína pelo fator 1,2.

As atividades de LOX1, LOX2+3, e LOX3 foram determinadas, espectrofotometricamente, conforme Axelrod et al. (1981), com modificações. Para determinação da atividade de LOX1, utilizou-se: 1 mL de tampão borato de sódio 0,1 M, pH 9,5; 6 µL de linoleato de sódio 10 mM; e 2,5 µL de extrato bruto. Para determinação da atividade de LOX2+3, e LOX3, foram utilizados: 1 mL de tampão fosfato de sódio 0,2 M, pH 6,8; 35 µL de linoleato de sódio 10 mM; e 15 µL de extrato bruto. A determinação da atividade foi realizada, medindo-se a absorvância a cada dois minutos, a 234 nm para LOX1 e LOX2+3 e a 280 nm para LOX3. Para os cálculos, foram utilizados os

coeficientes de extinção molar  $25.000 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  e  $22.000 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ , respectivamente. Todas as incubações foram feitas em triplicatas.

Para a expressão dos resultados de atividade das lipoxigenases, foram calculados as médias e os desvios-padrão.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Atividade de lipoxigenase 1 por miligrama de matéria fresca e por miligrama de proteína ( atividade específica)**

A atividade de LOX1 por miligrama de matéria fresca e atividade específica nos cotilédones das sementes de CAC-1 e CAC-1 triplo-nulo, colhidas no estádio R8, e aos 15 e 30 dias após R8 e armazenadas por zero, quatro e oito meses, determinada diariamente até o décimo dia após a semeadura, estão representadas nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

A atividade de LOX1 (Figura 2) foi maior nas sementes não-embebidas e diminuiu, ao longo do processo de germinação, tanto em CAC-1 como em CAC-1 triplo-nulo, sendo que CAC-1 triplo-nulo apresentou valores de atividade muito baixos. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Hildebrand & Hymowitz, (1983) e Dias, (1999), que encontraram valores para a atividade desta isoenzima muito baixos. Esses autores consideraram esta atividade como sendo nula e que a isoenzima LOX1 não é sintetizada de novo nas sementes, nas quais ela foi removida.

O perfil de atividade da lipoxigenase, por peso de matéria fresca, nas sementes de CAC-1 e CAC-1 triplo-nulo foi semelhante, nos três períodos de armazenamento. Também não foi observada diferença na atividade de LOX1, com o retardamento de colheita, tanto em CAC-1 como em CAC-1 triplo-nulo (Figura 2A, B e C), concordando com os resultados observados por Dias et al. (2002).

O perfil da atividade específica de LOX1 (Figura 3) foi similar aquele apresentado pela atividade de LOX1, por miligrama de matéria fresca (Figura 2) em sementes de CAC-1 e CAC-1 triplo-nulo, nos três períodos de armazenamento; não foi observada diferença, na atividade específica de LOX1, com o retardamento de colheita (Figura 3A, B e C).

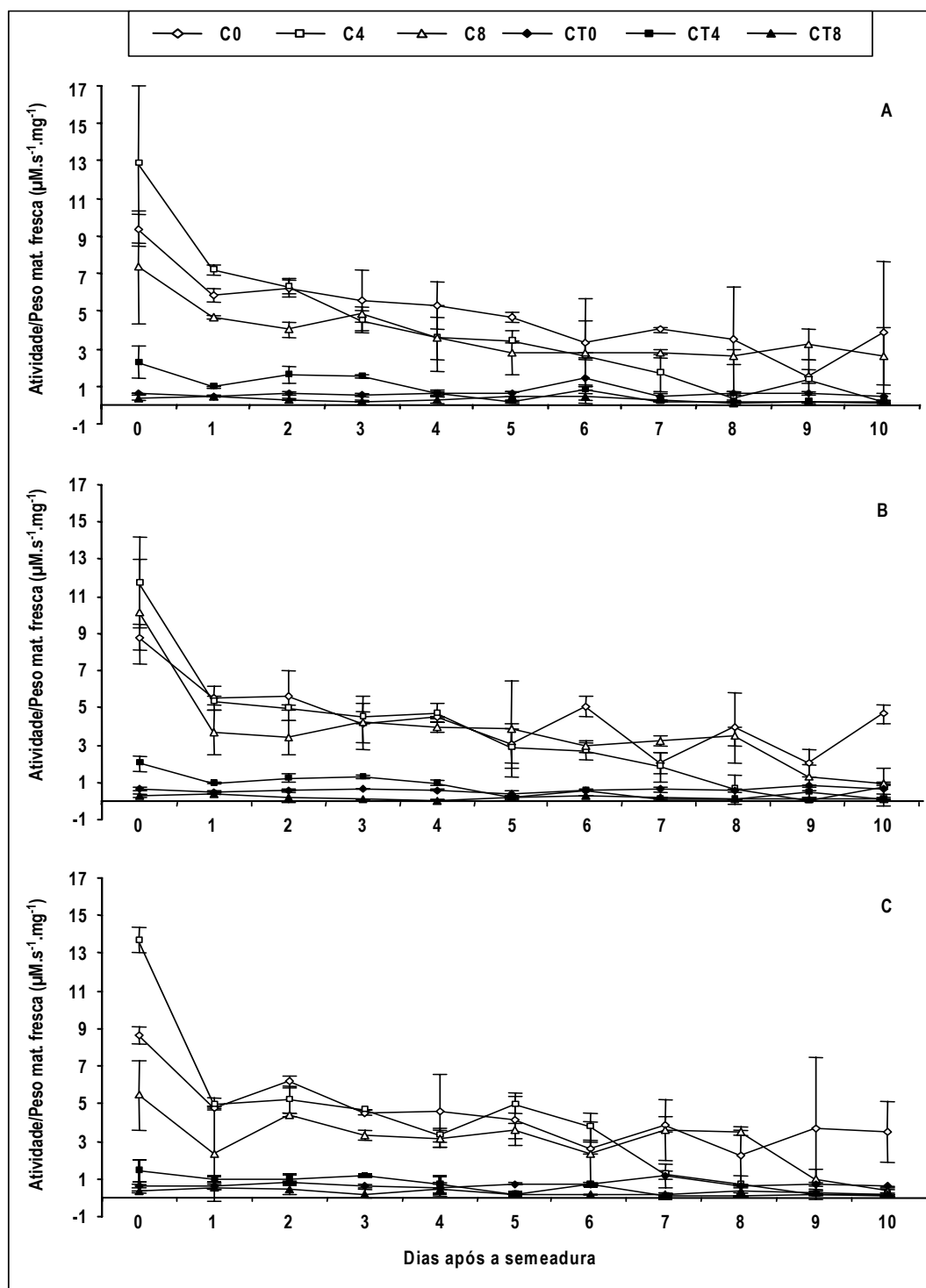


Figura 2. Perfil de atividade de LOX1 por peso de matéria fresca ( $A_{234} M.s^{-1}.mg^{-1}$ ) nos cotilédones de sementes de CAC-1 (C0), CAC-1 triplo-nulo (CT0) no tempo zero de armazenamento; CAC-1 (C4), CAC-1 triplo-nulo (CT4) quatro meses de armazenamento e CAC-1 (C8), CAC-1 triplo-nulo (CT8) oito meses de armazenamento, sementes colhidas: A) no estágio R8, B) 15 dias após R8, C) 30 dias após R8, determinada até o décimo dia após a semeadura em substrato de papel.

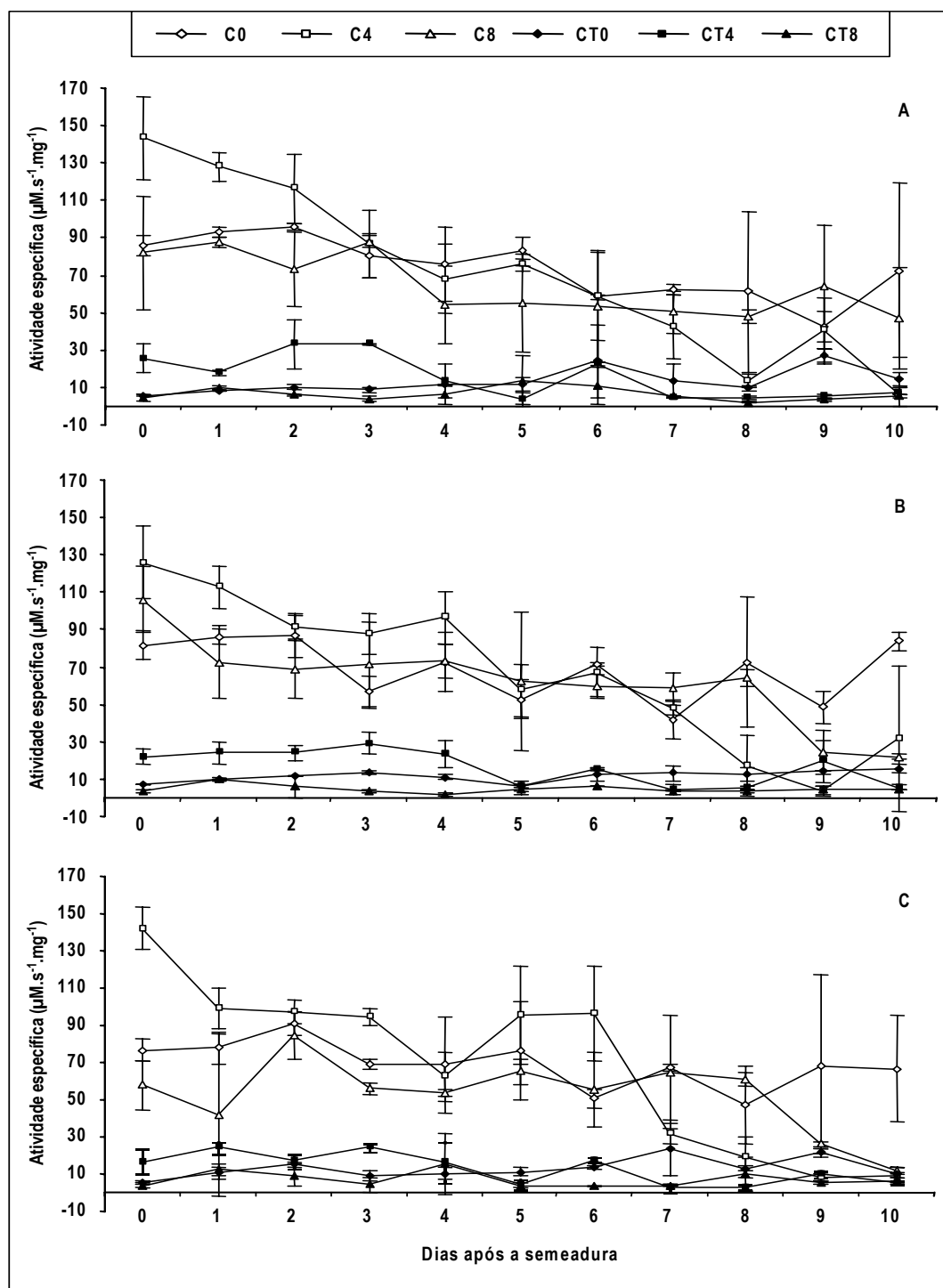


Figura 3. Perfil de atividade específica de LOX1 ( $A_{234} M.s^{-1}.mg^{-1}$ ) nos cotilédones de sementes de CAC-1 (C0), CAC-1 triplo-nulo (CT0) no tempo zero de armazenamento; CAC-1 (C4), CAC-1 triplo-nulo (CT4) quatro meses de armazenamento e CAC-1 (C8), CAC-1 triplo-nulo (CT8) oito meses de armazenamento, sementes colhidas: A) no estágio R8, B) 15 dias após R8, C) 30 dias após R8, determinada até o décimo dia após a semeadura em substrato de papel.

Em geral, as sementes apresentaram menor atividade de LOX1, após o início da germinação (Figuras 2 e 3). Segundo Hildebrand & Hymowitz, (1983), o perfil da atividade de LOX1 assemelha-se mais ao perfil de proteína de reserva do que ao de uma enzima desempenhando papel dinâmico no metabolismo do desenvolvimento e da germinação de sementes. Holtman et al. (1996), trabalhando com sementes de cevada, observaram diminuição da atividade de LOX1 até o segundo dia após o início da germinação, a qual permaneceu, posteriormente, quase constante.

Resultados semelhantes foram obtidos em soja, em que Vernooy-Gerritsen et al. (1983), Park & Polacco (1989), Kato et al. (1992) e Dias et al. (2002), verificaram declínio na atividade de LOX1 com a germinação.

Por outro lado, Melan et al. (1994) não detectaram, em *arabidopsis*, atividade em sementes não germinadas, e, em sementes recém-embebidas, relataram que a atividade de LOX1 aumentou até o segundo dia após esse período, permanecendo alta e, depois, declinou. Segundo esses autores, nesta espécie, a LOX1 é produzida especialmente durante estádios iniciais da germinação. Yang et al. (1993), trabalhando com sementes de cevada, verificaram que a atividade de LOX1 aumentou, durante a germinação até o quinto dia.

### **3.2. Atividade de lipoxigenases 2 + 3 por miligrama de matéria fresca e por miligrama de proteína (atividade específica)**

A atividade de LOX2+3 por miligrama de matéria fresca e atividade específica nos cotilédones das sementes de CAC-1 e CAC-1 triplo-nulo, colhidas no estágio R8, aos 15 e 30 dias após R8 e armazenadas por zero, quatro e oito meses, determinada diariamente até o décimo dia após semeadura, estão representadas nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

As sementes do cultivar CAC-1 apresentaram diferentes perfis de atividade de LOX2+3, por miligrama de matéria fresca, variando de acordo com a época de colheita e período de armazenamento (Figura 4). As sementes de CAC-1, no período zero de armazenamento (C0), apresentaram aumento na atividade desta enzima, após o início da germinação e, posteriormente, uma diminuição até o quinto dia, a partir do qual manteve uma variação no comportamento de sua atividade, ao longo do período de germinação, ora

umentando, ora diminuindo para as sementes colhidas nas três épocas (Figuras 4A, B e C).

Por outro lado, as sementes de CAC-1 armazenadas por quatro (C4) e oito meses (C8), colhidas nas três épocas estudadas (Figura 4A, B e C) apresentaram maior atividade de LOX2+3 nas sementes não embebidas, diminuindo no primeiro dia após o início da germinação, a partir do qual ocorreram variações no comportamento da atividade desta enzima, ao longo do período de germinação das sementes.

Ohta et al. (1986), trabalhando com sementes de arroz, observaram que a atividade de LOX foi maior em sementes germinadas, sendo 20 vezes maior, no terceiro dia após o início da germinação, que sementes não germinadas. Os autores atribuíram este aumento, principalmente, à atividade de LOX2.

As sementes de CAC-1 triplo-nulo mantiveram atividade de LOX2+3 em níveis muito baixos, apresentando baixas variações no decorrer do processo de germinação (Figura 4). Não foi possível observar diferenças entre as sementes de CAC-1 triplo-nulo, submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento.

Vernooy-Gerritsen et al. (1983) observaram diminuição na atividade de LOX2 em sementes de soja, após o primeiro dia de germinação, chegando a baixo nível após o sexto dia, porém, depois do oitavo dia, apresentou aumento.

Park & Polacco (1989) relataram que, durante os cinco primeiros dias da germinação, no mínimo duas isoenzimas lipoxigenases com pontos isoelétricos diferentes de LOX1, LOX2 e LOX3 apresentaram atividade no hipocótilo e na radícula de plântulas de soja e foram detectados, em níveis equivalentes, em genótipos com e sem lipoxigenases.

O perfil de atividade específica da LOX2+3, nas sementes de CAC-1 e CAC-1 triplo-nulo (Figura 5), apresenta certa diferença em relação ao encontrado para a atividade de LOX2+3 por miligrama de matéria fresca (Figura 4). Na Figura 5, observa-se, no início da germinação (primeiro dia após semeadura), aumento na atividade específica de LOX2+3, nas sementes de CAC-1 para todos os perfis estudados, com exceção do perfil que representa a atividade específica das sementes colhidas aos 30 dias após R8 e armazenadas por oito meses, em que observa-se aumento desta atividade a partir do segundo dia após semeadura.

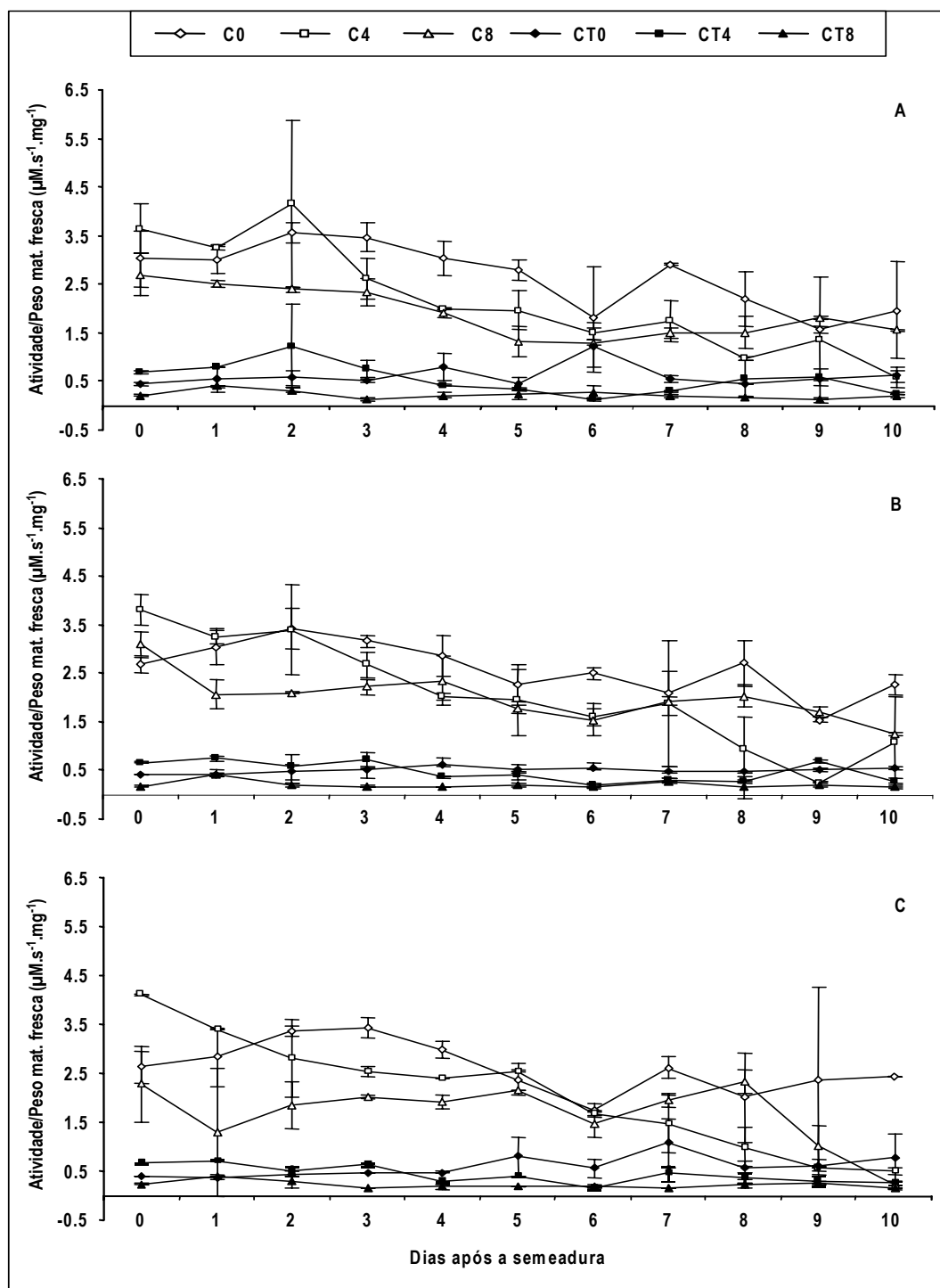


Figura 4. Perfil de atividade de LOX2+3 por peso de matéria fresca ( $A_{234} M.s^{-1}.mg^{-1}$ ) nos cotilédones de sementes de CAC-1 (C0), CAC-1 triplo-nulo (CT0) no tempo zero de armazenamento; CAC-1 (C4), CAC-1 triplo-nulo (CT4) quatro meses de armazenamento e CAC-1 (C8), CAC-1 triplo-nulo (CT8) oito meses de armazenamento, sementes colhidas: A) no estágio R8, B) 15 dias após R8, C) 30 dias após R8, determinada até o décimo dia após a semeadura em substrato de papel.

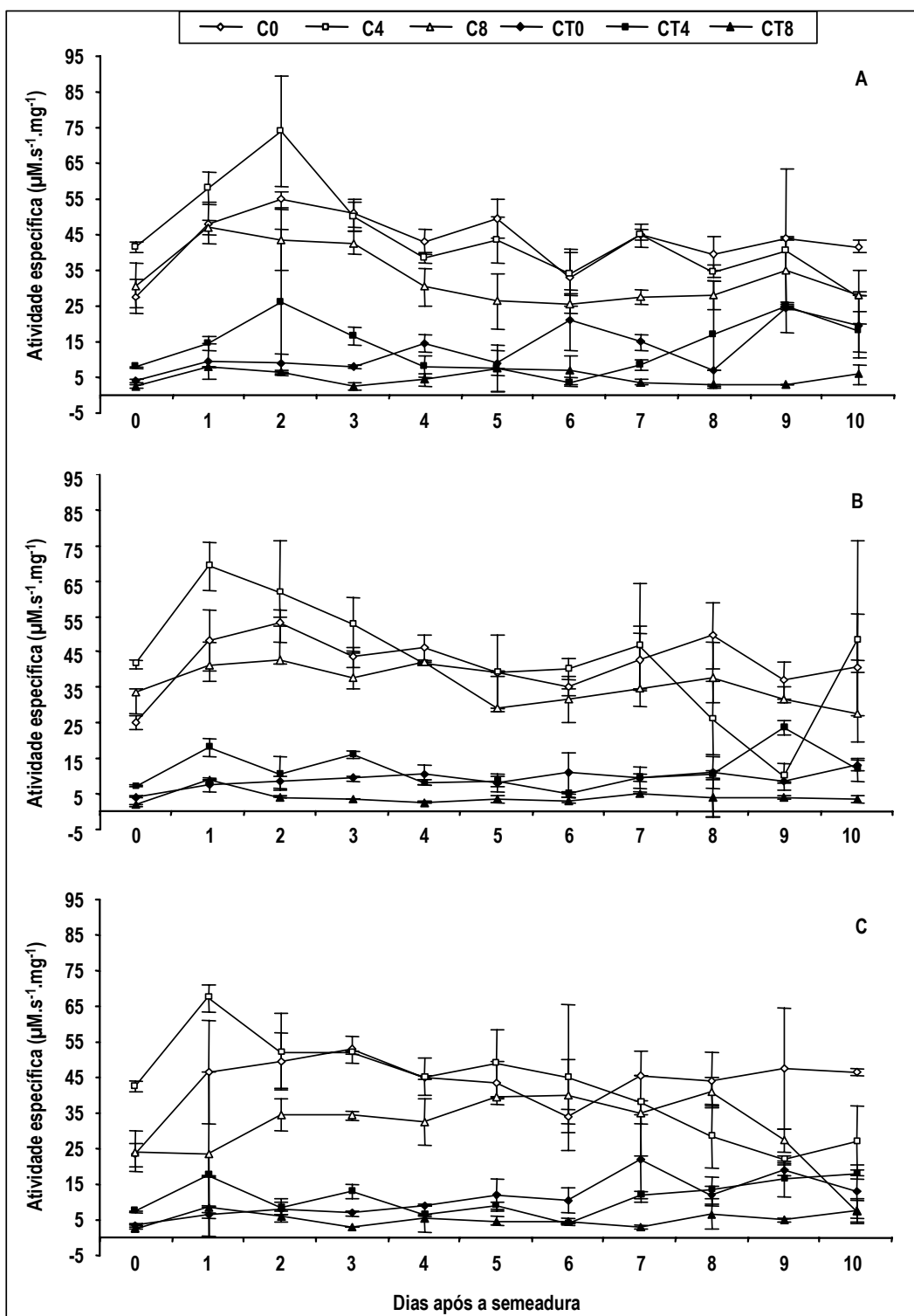


Figura 5. Perfil de atividade específica de LOX2+3 ( $A_{234} M.s^{-1}.mg^{-1}$ ) nos cotilédones de sementes de CAC-1 (C0), CAC-1 triplo-nulo (CT0) no tempo zero de armazenamento; CAC-1 (C4), CAC-1 triplo-nulo (CT4) quatro meses de armazenamento e CAC-1 (C8), CAC-1 triplo-nulo (CT8) oito meses de armazenamento, sementes colhidas: A) no estágio R8, B) 15 dias após R8, C) 30 dias após R8, determinada até o décimo dia após a semeadura em substrato de papel.

As sementes de CAC-1 triplo-nulo apresentaram um leve aumento na atividade específica de LOX2+3, no final do período de germinação, variando de acordo com a época de colheita e período de armazenamento.

### **3.3. Atividade de lipoxigenase 3 por miligrama de matéria fresca e por miligrama de proteína (atividade específica)**

A atividade de LOX3 por miligrama de matéria fresca e atividade específica nos cotilédones das sementes de CAC-1 e CAC-1 triplo-nulo, colhidas no estágio R8, 15 e 30 dias após R8 e armazenadas por zero, quatro e oito meses, analisada diariamente até o 10º dia após semeadura, estão representadas nas Figuras 6 e 7, respectivamente.

Analisando a figura (6A, B e C), observa-se que o perfil de atividade de LOX3 por miligrama de matéria fresca nas sementes de CAC-1 e CAC-1 triplo-nulo foram semelhantes, nas três épocas de colheita. Este resultado está de acordo com as observações, feitas por Dias et al. (2002), que desenvolveram pesquisas utilizando os cultivares Doko-RC e CAC-1 e as linhagens Doko-RC triplo-nulo e CAC-1 triplo-nulo. Eles não observaram efeitos do retardamento de colheita na atividade de lipoxigenases.

Na Figura 6, observa-se ainda, diferença entre os perfis de atividade de LOX3, nas sementes de CAC-1. Tal variação no comportamento é atribuída ao período de armazenamento. As sementes deste cultivar, colhidas em três épocas, antes do armazenamento (C0) e após quatro meses de armazenamento (C4), apresentaram maior atividade de LOX3 nas sementes não embebidas, a qual diminuiu ao longo do processo de germinação. Por outro lado, as sementes armazenadas por oito meses (C8) apresentaram aumento na atividade desta isoenzima, no início da germinação (primeiro dia após semeadura), com declínio no segundo dia, após o qual apresentou variação no comportamento, ao longo do período de germinação, ora aumentando, ora diminuindo.

As sementes de CAC-1 triplo-nulo, nos três períodos de armazenamento e ao longo dos 10 dias (Figura 6), não apresentaram um perfil muito claro, ou seja, ora a atividade de LOX3 aumentava, ora diminuía. Tal ocorrência pode estar relacionada à presença de fungos nas sementes, uma vez que se utilizou apenas uma semente em cada repetição. Kumari & Karan (1981) observaram perda de proteína em sementes de caupi (*Vigna catjang*),

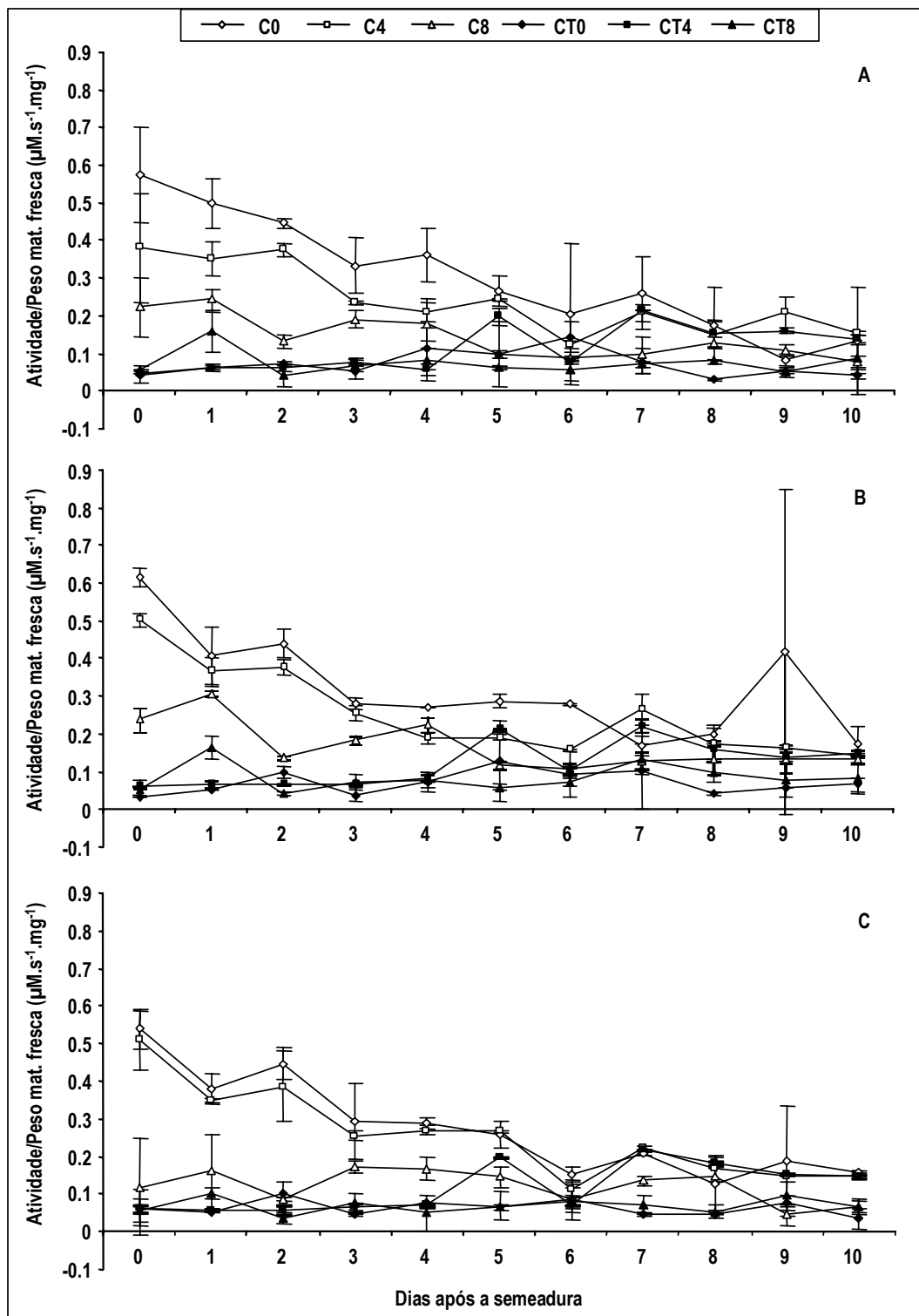


Figura 6. A) Perfil de atividade de LOX3 por peso de matéria fresca ( $\text{A280 M}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ ); nos cotilédones de sementes de CAC-1 (C0), CAC-1 triplo-nulo (CT0) no tempo zero de armazenamento; CAC-1 (C4), CAC-1 triplo-nulo (CT4) quatro meses de armazenamento e CAC-1 (C8), CAC-1 triplo-nulo (CT8) oito meses de armazenamento, sementes colhidas: A) no estágio R8, B) 15 dias após R8, C) 30 dias após R8, determinada até o décimo dia após a semeadura em substrato de papel.

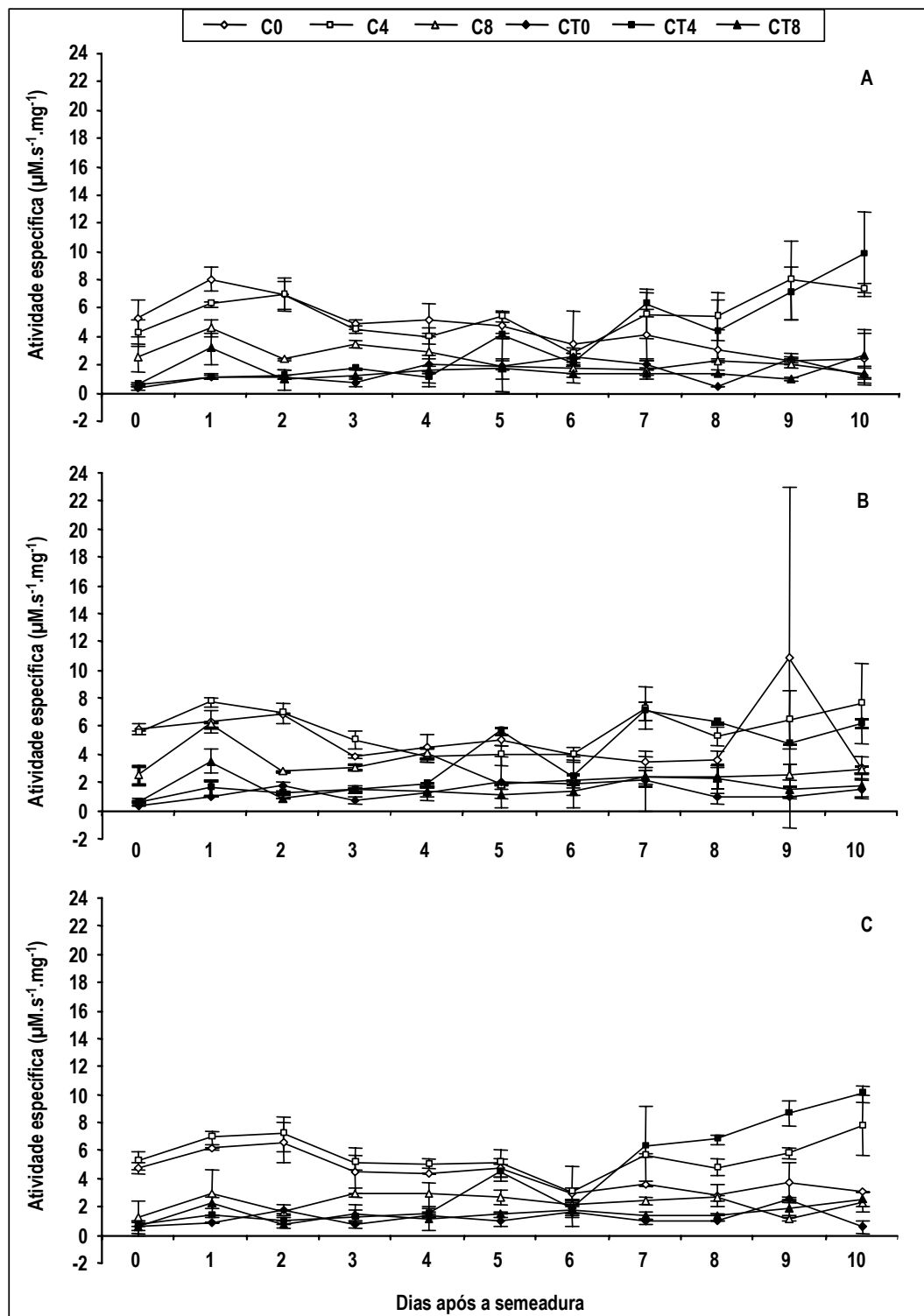


Figura 7. A) Perfil de atividade específica de LOX3 (A280M.s<sup>-1</sup>.mg<sup>-1</sup>); nos cotilédones de sementes de CAC-1 (C0), CAC-1 triplo-nulo (CT0) no tempo zero de armazenamento; CAC-1 (C4), CAC-1 triplo-nulo (CT4) quatro meses de armazenamento e CAC-1 (C8), CAC-1 triplo-nulo (CT8) oito meses de armazenamento, sementes colhidas: A) no estágio R8, B) 15 dias após R8, C) 30 dias após R8, determinada até o décimo dia após a semeadura em substrato de papel.

pelo ataque de *Aspergillus flavus*. Os microrganismos, que atacam as sementes, conseguem superar os mecanismos de resistência da célula vegetal, seja por produção de toxinas ou por atividade enzimática, e crescem abundantemente nas sementes, iniciando-se, então, a decomposição de proteínas em componentes de baixo peso molecular, o esgotamento e a formação de aminoácidos livres. Adicionalmente, há um esgotamento de algumas enzimas, a intensificação de outras e, ou a produção de novas formas múltiplo-moleculares de enzimas. Muitas dessas enzimas permanecem ativas nas sementes, durante o período de infecção, permitindo que os mecanismos bioquímicos, que operam na interação fungo-semente, levem a um crescimento fúngico muito eficiente e sistemático à custas das reservas da semente (Cherry, 1983). Assim, se a semente utilizada na avaliação da atividade enzimática estiver infectada por fungos, principalmente os de armazenamento, poderá apresentar atividade enzimática não-confiável, pois, as alterações enzimáticas devido a esses fungos podem estar mascarando a atividade enzimática presente nas sementes.

Dias et al. (2002) observaram um pequeno aumento na atividade de LOX3, a partir do sexto dia após o início da germinação de sementes de CAC-1 triplo-nulo. Segundo os autores, esse aumento pode ter sido devido à *síntese de novo* da isoenzima LOX3 ou de uma LOX distinta desta.

Park & Polacco (1989), trabalhando com soja, relatam que a atividade de LOX1, LOX2 e LOX 3 cotiledonares diminui durante dois a cinco dias após o início da germinação das sementes. Em contraste com estas isoenzimas, uma nova espécie de LOX aparece em cotilédones e, especialmente, no eixo hipocótilo-radícula, atribuindo-se este aparecimento à *síntese de novo*.

Na Figura 7, observa-se que ocorreram diferenças na atividade específica de LOX3, nas sementes de CAC-1 e CAC-1 triplo-nulo, tanto para a época de colheita como para o período de armazenamento. Sementes de CAC-1 e CAC-1 triplo-nulo armazenadas por quatro meses (C4 e CT4, respectivamente) apresentaram aumento na atividade de LOX3, por miligrama de proteína, a partir do sexto dia após o início da germinação.

Resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho (C4 e CT4), com sementes de soja Doko-RC triplo-nulo e CAC-1 triplo-nulo, foram relatados por Dias et al. (2002). Kato et al. (1992) também observaram aumento na atividade de LOX3, a partir do sexto dia após o início da germinação e um

declínio nos estádios finais da germinação. Esses autores atribuíram o aumento na atividade a três novas formas de lipoxigenases em cotilédones de soja, principalmente aquela que eles denominaram LOX4, uma isoenzima semelhante a LOX2 e LOX3, que aparece devido à *síntese de novo* da proteína. Observa-se que o comportamento da atividade das lipoxigenases, durante o processo de germinação das sementes, ainda não está muito claro.

#### 4. CONCLUSÕES

A atividade de LOX2+3 durante a germinação das sementes, colhidas nos estádios R8 e aos 15 e 30 dias após o R8, foi a que apresentou maior influencia do efeito de armazenamento.

A atividade de LOX2+3 e LOX3 das sementes de CAC-1 triplo-nulo apresentou picos, nos diferentes dias de germinação, variando conforme a época de colheita e o período de armazenamento.

Em geral, a atividade das lipoxigenases foi menor, na maioria das avaliações (dias de germinação), para as sementes armazenadas durante oito meses, tanto em sementes de CAC-1 como de CAC-1 triplo-nulo.

#### 5. REFERÊNCIAS

- AXELROD, B.; CHEESBROUGH, T.M.; LAAKSO, S. Lipoxygenase from soybeans, in: Lowenstein J.M. (Ed.), **Methods in Enzymology**, Orland, FL, v.71, p.441-451, 1981.
- BRACCINI, A.L.; ROCHA, V.S.; REIS, M.S. Isozimas lipoxigenases: caracterização, papel fisiológico e expectativa quanto à qualidade fisiológica das sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.6, n.1, p.56-61, 1996.
- CHERRY, J.P. Protein degradation during seed deterioration. **Phytopathology**, St. Paul, v.73, n.2., p.317-321, 1983.
- DIAS, A.C.P. **Atividade de lipoxigenases durante a germinação e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). UFV, 1999.
- DIAS, A.C.P. ; REIS, M.S.; OLIVEIRA, M.G.A.; SEDIYAMA, C.S; MOREIRA, M.A. Atividade de lipoxigenases durante a germinação de sementes de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.49, n.284, p.419-430, 2002.

- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames, Iowa State University, Cooperative Extension Service, 1979. 12p.
- HILDEBRAND, D. Lipoxygenases. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen v.76, n.2, p.249-253, 1989.
- HILDEBRAND, D.; HYMOWITZ, T. Lipoxygenase activities in developing and germinating soybean seeds with and without lipoxygenase-1. **Botanical Gazette**. Chicago, v.144, n.2, p.212-216, 1983.
- HOLTMAN, W.L., DUIYN, G. van, SEDEE, N.J.A.; DOUMA, A.C. Differential expression of lipoxygenase isoenzymes in embryos of germinating barley. **Plant Physiology**, Rockville, v.111, n.2, p.569-576, 1996.
- JOSÉ, I.C. **Lipoxigenases e a qualidade sensorial do extrato hidrossolúvel de soja em pó**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 95p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). UFV, 1994.
- KATO, T.; OHTA, H.; TANAKA, K.; SHIBATA, D. Appearance of new lipoxygenases cotyledons after germination and evidence for expression of a major new lipoxygenase gene. **Plant Physiology**, Rockville, v.98, n.1, p.324-330, 1992.
- KUMARI, P.V.; KARAN, D. Deterioration of cowpea seeds in storage by *Aspergillus flavus*. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v.34, n.1, p. 222-223, 1981.
- LANNA, A.C. **Caracterização cinética do sistema lipoxigenase de folhas de soja de genótipos com e sem lipoxigenases nas sementes**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 79p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). UFV, 1995.
- MATOBA, T.; HIDAKA, H.; NARITA, H.; KITAMURA, K.; KAIZUMA, N.; KITO, M. Lipoxygenase-2 isozyme is responsible for generation of n-hexanal in soybean homogenate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 33, n.5, p.852-855, 1985.
- MELAN, M.A., ENRIQUEZ, A.L.D.; PETERMAN, T.K. The LOX1 gene of arabidopsis is temporally and spatially regulated in germinating seedlings. **Plant Physiology**, Rockville, v.105, n.1, p.385-393, 1994.
- NARVEL, J.M.; FEHR, W.R.; WELDON, L.C. Analysis of soybean seed lipoxygenases. **Crop Science**, Madison, v.40, n.3, p.838-840, 2000.
- OHTA, H.; IDA, S.; MIKAMI, B.; MORITA, Y. Changes in lipoxygenase componentes of rice seedling during germination. **Plant and Cell Physiology**, Kamikyo-ku, v.27, n.5, p.911-918, 1986.

- OLIVEIRA, D.A.; PIOVESAN, N.D.; MORAES, R.M.A.; ROCHEBOIS, G.B.; OLIVEIRA, M.G.A.; BARROS, E.G.; MOREIRA, M.A. Identification of three genotypic classes of soybean lipoxygenases 1 and 3 based on enzymatic activity. **Biotechnology Techniques**, London, v.12, n.1, p. 71-74, 1998.
- PARK, T.K.; POLACCO, J.C. Distinct lipoxygenase species appear in the hypocotyl/radicle of germinating soybean. **Plant Physiology**, Rockville, v.90, n.1, p. 285-290, 1989.
- RACKIS, J.J.; SESSA, D.J.; HONIG, D.H. Flavor problems of vegetable food proteins. **J. Am. Oil Chemists Soc.**, v.56, p.262-271, 1979.
- SEDIYAMA, C.S.; QUEROZ, L.R.; MOREIRA, M.A.; REZENDE, S.T. Aldehyde production and physiological quality of soybean seeds lacking lipoxygenase isozymes, in. **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE**, 5., 1994, Chiang Mai. **Proceedings...** Bangkok; Kasetsart University press, 1998. p.441-446.
- SMITH, P.K.; KROHN, R.I.; HERMANSON, G.T.; MALLIA, A.K.; GARTNER, F.H.; PROVENZANO, M.D.; FUJIMOTO, E.K.; GOEKE, N.M.; OLSON, B.J.; KLENK, D.C. Measurement of protein using bicinchoninic acid. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v.150, n.1, p.76-85, 1985.
- VERNOOY-GERRITSEN, M.; BOS, A.L.M.; VELDINK, G.A.; VLIEGENTHART, J.F.G. Localization of lipoxygenases 1 and 2 in germinating soybean seeds by an indirect immunofluorescence technique. **Plant Physiology**, Rockville, v.73, n.2, p.262-267, 1983.
- WOLF, W.J. Lipoxygenase and flavor of soybean protein products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v.23, n.2, p.136-141, 1975.
- YANG, G., SCHWARZ, P.B.; VICK, B.A. Purification and characterization of lipoxygenase isoenzymes in germinating barley. **Cereal Chemistry**, Miami Beach, v.70, n.5, p.589-595, 1993.

## **QUALIDADE FISIOLÓGICA, SANITÁRIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA EM CONDIÇÕES DE CAMPO**

RESUMO – Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja, colhidas em três épocas, bem como estimar as correlações entre os resultados dos testes, utilizados nessas avaliações, com a emergência das plântulas no campo, antes do armazenamento das sementes e após quatro e oito meses de armazenamento. Sementes das variedades CAC-1, FT- Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) e das respectivas linhagens (CAC -1 triplo-nulo, FT-Cristalina triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo), com ausência das três lipoxigenases LOX1, LOX2 e LOX3, obtidas pelo método de retrocruzamento, e assim como sementes das variedades Doko-RC, Savana, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV-19 (Triângulo) foram multiplicadas no campo, no ano agrícola 2000/01. As colheitas das variedades e linhagens foram realizadas no estádio R8 e aos 15 e 30 dias após este estádio. Posteriormente, as sementes foram embaladas em sacos de tecido de algodão e armazenadas por até oito meses, em condições ambientais. Retiraram-se, previamente, amostras de sementes de cada tratamento, por época de colheita e repetição, para a realização dos seguintes testes: germinação; envelhecimento acelerado; condutividade elétrica; lixiviação de potássio; emergência das plântulas no campo; e sanidade. O teste de emergência das plântulas no campo, também, foi realizado após quatro e oito meses de armazenamento das sementes. As sementes das variedades e linhagens em estudo apresentaram comportamento diferenciado, nas três épocas de colheita, quanto à germinação, sanidade e o vigor avaliado por meio dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. As variedades CAC-1 e FT-Cristalina destacaram-se como sendo as mais tolerantes ao retardamento de colheita das sementes, quanto à germinação e o vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado. As linhagens triplo-nulos apresentaram sementes com maior sensibilidade aos efeitos do retardamento de colheita, em comparação com as variedades das quais originaram. As sementes das variedades Doko-RC, Savana e UFV-18 (Patos de Minas) não apresentaram alterações na percentagem de sementes infectadas por totais de fungos, nas três épocas de colheita. As sementes da

variedade UFV-16 (Capinópolis) apresentaram os maiores percentuais de totais de fungos, mediante o retardamento de colheita. Nas condições de campo mais próximas das ideais (janeiro de 2002), de acordo com o índice de emergência no campo, os resultados de emergência das plântulas apresentaram a maior correlação com o teste de germinação, em todas as épocas de colheita. Em condições adversas (setembro e maio), de acordo com o índice de emergência no campo, a emergência das plântulas oriundas de sementes colhidas no estádio R8+30 apresentou maior correlação com o vigor, avaliado por meio do teste de envelhecimento acelerado. A lixiviação de potássio não correlacionou com a emergência das plântulas no campo.

Palavras-chave: soja, sementes, qualidade fisiológica, emergência em campo

#### **PHYSIOLOGICAL AND SANITARY QUALITIES AND THE GERMINATION OF SOYBEAN SEEDS UNDER FIELD CONDITIONS**

**ABSTRACT** – This study was carried out to evaluate the physiologic and sanitary qualities of the soybean seeds collected at three different times, as well as to estimate the correlation between the results of the tests used in such evaluations and the emergency of the seedlings in the field, before the storage of the seeds and after four and eight months under storage. A number of seeds of the cultivars CAC-1, FT – Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) and their respective inbred lines (CAC-1 triple-null, FT-Cristalina triple-null and UFV-16 triple-null) with absence of the three lipoxygenases LOX1, LOX2 and LOX3 were obtained by the backcrossing method. Those cultivars and their inbred lines as well as the cultivars Doko-RC, Savanna, UFV-18 (Patos de Minas) and UFV-19 (Triângulo Mineiro) were multiplied under field conditions in the agricultural year 2000/01. The cultivars and inbred lines were collected at stage R8 and at 15 and 30 days after this stage. Later, the seeds were packed in cotton cloth and kept under storage up to eight months under environmental conditions. Before storage, the seed samples were removed from each treatment in order to accomplish the following tests: germination; accelerated aging; electric conductivity; potassium leaching; emergency of the seedlings in

the field, and sanity. The test of the seedling emergence in the field was also performed after four and eight months the seeds were under storage. The seeds of the cultivars and inbred lines exhibited a distinct behavior at three harvesting times for germination, sanity and vigor evaluated by the accelerated aging and electric conductivity tests. The varieties CAC-1 and FT-Cristalina showed to be more tolerant to the retardation of seed harvest, concerning to germination and vigor evaluated by the accelerated aging test. The triple-null inbred lines exhibited the seeds with higher sensibility to the effects from the harvest retardation, compared to those cultivars they came from. The seeds of the cultivars Doko-RC, Savanna and UFV-18 (Patos de Minas) showed no alterations in the percentage of seeds infected by the total fungus at the three harvesting times. The seeds of the UFV-16 (Capinópolis) cv. showed the highest percentiles of total fungus with the delay of the harvest. Under field conditions closer to the ideal ones (January 2002) and according to the emergency index obtained in the field, the results of the seedling emergency presented the highest correlation with the germination test at all harvesting times. Under adverse conditions (September and May) and according to the emergency index obtained in the field, the emergency of the seedlings originating from the seeds harvested at the stage R8+30 showed a higher correlation with vigor evaluated by the accelerated aging test. The potassium leaching showed to be not correlated with the emergency of the seedlings in the field.

Keywords: soybean, seeds, physiological quality, emergency in field

## **1. INTRODUÇÃO**

A utilização de sementes de boa qualidade fisiológica é fator primordial no estabelecimento de lavouras de soja. Sementes de baixa qualidade, isto é, com potencial de germinação e vigor reduzido, originam lavouras com baixa população de plantas. A consequência de lavouras com população inadequada de plantas é o prejuízo econômico ( Krzyzanowski et al., 1993).

Segundo Tekrony & Egli (1991), o potencial fisiológico das sementes pode afetar, indiretamente, a produção da lavoura, ao afetar também a

velocidade e percentagem de emergência das plântulas e o estande final ou, diretamente, a sua influência no vigor da planta.

Freqüentemente, observa-se que lotes de sementes apresentando germinação semelhante exibem comportamentos distintos no campo e, ou no armazenamento. Segundo Delouche & Baskin (1973), tais diferenças podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos, associadas à deterioração, geralmente ocorrem antes que o declínio na capacidade germinativa seja verificado. A perda de germinação é um indicativo importante da perda de qualidade, mas é a última conseqüência do processo de deterioração.

A deterioração tem início, imediatamente, após a maturidade fisiológica e prossegue, enquanto as sementes permanecem no campo, durante a colheita, processamento e armazenamento. Tanto a intensidade como a velocidade deste processo dependem de fatores genéticos e ambientais e estão relacionadas aos cuidados durante o manejo dos lotes de sementes (Marcos Filho, 1999).

A qualidade fisiológica de um lote de sementes é, rotineiramente, avaliada pelo teste padrão de germinação, cujos resultados freqüentemente não correspondem ao desempenho apresentado pelos lotes de sementes, quando submetidos às condições de campo (AOSA, 1983; Marcos Filho et al., 1987; Vieira et al., 1994). Devido a este fato, 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 lotes, cujas sementes apresentam poder germinativo semelhante. Entretanto, o vigor, pela sua própria característica de complexidade, nem sempre pode ser avaliado completamente por apenas um teste, razão pela qual recomenda-se a utilização de vários testes, a fim de obter uma idéia mais precisa quanto à qualidade fisiológica de um lote de sementes (Marcos Filho et al., 1985; Vieira et al., 1994).

Conforme Popinigis (1985), os testes de vigor visam determinar, com maior precisão, o grau de deterioração da semente e podem ser classificados em diretos e indiretos (Isely, 1957). Os diretos são aqueles que simulam as condições adversas, às quais a semente pode estar sujeita no campo,

enquanto os indiretos relacionam determinados atributos físicos, fisiológicos e bioquímicos. Os atributos físicos estão relacionados às características de tamanho, peso e densidade das sementes; os fisiológicos abrangem algumas características vinculadas à germinação e ao crescimento de plântulas, enquanto as modificações bioquímicas estão associadas com a redução do vigor e da germinação da semente.

A relação entre os resultados dos testes para avaliação da qualidade de sementes e o desempenho no campo está, diretamente, relacionada às condições ambientais. A capacidade dos testes conduzidos em laboratório, para estimar o potencial de emergência das plântulas no campo, diminui à medida que as condições ambientais desviam-se das mais adequadas, tornando-se praticamente, nulas sob condições extremamente desfavoráveis (Marcos Filho, 1999).

De acordo com Edje & Burris (1971), as sementes de soja com baixo vigor apresentam germinação mais vagarosa e produzem plântulas menores e pouco desenvolvidas. Dessa forma, mesmo sob condições ideais de semeadura no campo, o estande inicial poderá ser comprometido.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes e do conseqüente potencial de emergência das plântulas, no campo, deve basear-se no conjunto de resultados de diferentes testes, para maior segurança das informações obtidas (Marcos Filho et al., 1990). Byrum & Copeland (1995) sugerem que, em razão de no campo, raramente ocorrerem condições favoráveis, testes de vigor, juntamente com o teste de germinação, seriam viáveis para identificar os lotes que apresentariam melhor desempenho no campo.

Johnson & Wax (1978) observaram que um maior número de testes de vigor correlacionou-se à emergência em campo, quando as condições de plantio eram favoráveis, em comparação a condições adversas.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja, colhidas em três épocas, bem como estimar as correlações existentes entre os resultados dos testes utilizados nessas avaliações com a emergência das plântulas no campo, antes do armazenamento das sementes e após quatro e oito meses de armazenamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Campo Experimental "Professor Diogo Alves de Melo" e no Laboratório de Análise de Sementes de Soja do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG.

Foram utilizadas sementes de soja das variedades CAC-1, FT-Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) e das respectivas linhagens com ausência das três lipoxigenases LOX1, LOX2 e LOX3 (CAC-1 triplo-nulo, FT-Cristalina triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo), obtidas pelo método de retrocruzamento com recuperação parcial, bem como das variedades Doko-RC, Savana, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV-19 (Triângulo), fornecidas pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As sementes de cada variedade e de cada linhagem triplo-nulo foram multiplicadas no campo, no ano agrícola 2000/01, em parcelas de doze fileiras de 5 m de comprimento e espaçamento entre fileiras de 0,70 m, com densidade populacional de aproximadamente 15 plantas/m. A técnica de "roguing" foi realizada em cada parcela, a fim de eliminar as plantas atípicas, com base na cor da flor, na cor da pubescência, no hábito de crescimento e no ciclo de floração e maturação.

As colheitas das variedades e linhagens foram realizadas em três épocas: a primeira, no estágio de maturação R8 da escala de Fehr & Caviness (1979), quando 95% das vagens apresentavam-se maduras; a segunda e terceira, aos 15 e aos 30 dias após o estágio R8, respectivamente. Em cada época, foram colhidas, em conjunto, quatro fileiras aleatórias e as plantas foram debulhadas em trilhadeira estacionária. Após serem submetidas à limpeza e secagem ao sol até atingir, aproximadamente, 10 a 11% de umidade, as sementes foram embaladas em sacos de tecido de algodão e mantidas em câmara fria à temperatura de 10°C e umidade relativa do ar de 65%.

Concluída a colheita da última época (30 dias após o R8), o volume total de sementes de cada tratamento (variedade ou linhagem e época de colheita) foi dividido em quatro partes (repetições). Em seguida, as sementes foram embaladas em sacos de tecido de algodão e armazenadas por até oito meses, em condições ambientais (sem controle de temperatura e umidade

relativa do ar) na Unidade de Beneficiamento de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Portanto, constituíram-se 120 parcelas (10 materiais genéticos x 3 épocas de colheita x 4 repetições), as quais foram amostradas em cada período de armazenamento (zero, quatro e oito meses), constituindo as subparcelas. Durante o armazenamento, realizou-se o monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento, por meio de um termohigrógrafo. Os dados de temperaturas máxima e mínima e da umidade relativa do ar média estão apresentados na Figura 1.

## **2.1. Avaliação da qualidade das sementes**

As avaliações da qualidade fisiológica e sanitária das sementes foram realizadas, antes do armazenamento, enquanto a emergência das plântulas no campo foi avaliada antes do armazenamento e após quatro e oito meses de armazenamento.

As sementes de cada parcela foram avaliadas por meio dos seguintes testes: a) Germinação - foram utilizadas duas amostras de 50 sementes de cada parcela, em rolo de papel germitest, umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, em germinador a 25°C. As avaliações foram realizadas aos cinco e oito dias após a instalação do teste, segundo os critérios estabelecidos pela Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); b) envelhecimento acelerado - foram utilizadas caixas gerbox com tela metálica horizontal, na posição mediana. Sob a tela, foram adicionados 40 mL de água e, sobre a tela, foram distribuídas 100 sementes de cada parcela. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram acondicionadas em uma incubadora tipo BOD, com temperatura regulada a 41°C, onde permaneceram por 48 horas (AOSA, 1983; Krzyzanowski et al., 1991; Marcos Filho, 1999). Após este período, as sementes foram distribuídas em duas subamostras de 50 sementes e colocadas para germinar nas mesmas condições utilizadas no teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi feita no quinto dia, após a montagem do teste. Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais; c) condutividade elétrica - adotou-se a metodologia proposta pela AOSA (1983) e relatada por Vieira & Krzyzanowski (1999). Foram utilizadas 50 sementes de cada parcela, as quais

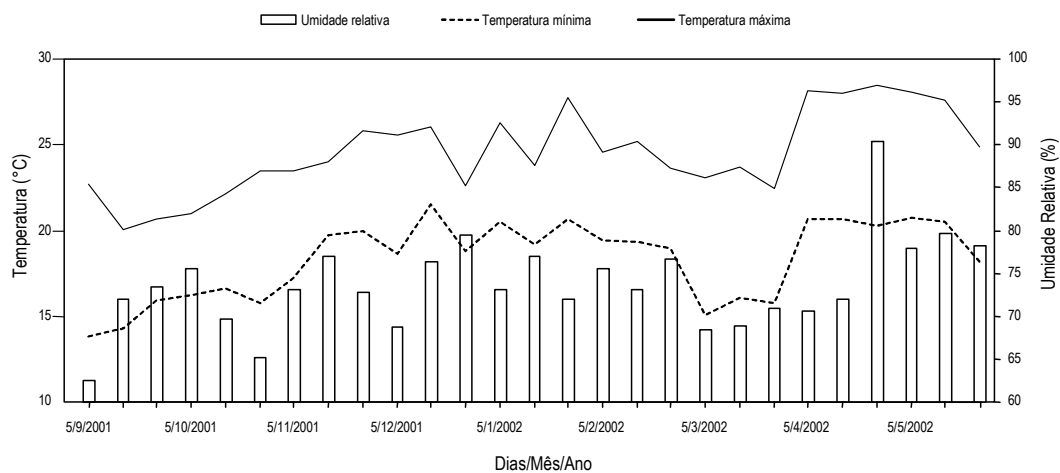


Figura 1. Dados médios, em decêndios, de temperaturas mínima (T Mín) e máxima (T Máx) e umidade relativa do ar (Umid Rel) registrados no interior da Unidade de Beneficiamento de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, durante o período de armazenamento das sementes. Ano agrícola 2000/01.

foram pesadas com precisão de 0,001g e, posteriormente, colocadas em copos plástico (bulk system) contendo 75 mL de água destilada e levadas para uma estufa-incubadora tipo BOD a 25°C, onde permaneceram durante 24 h. Decorrido esse período, o conteúdo dos copos foi agitado com um bastão de vidro para permitir uniformização dos lixiviados na solução, procedendo-se então, às leituras da condutividade elétrica na solução de embebição em condutivímetro DIGIMED modelo CD-21. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S/cm/g}$  de semente; d) lixiviação de potássio - para avaliar a lixiviação de potássio, foram utilizadas 25 sementes de cada parcela. Cada amostra de sementes foi incubada em 75 mL de água destilada, a 30°C durante 30 min, conforme Custódio (1995). Após este procedimento, soluções de cada amostra foram filtradas e de cada copo, tomou-se uma alíquota de 2 mL da solução, colocado em copo de 25 mL, ao qual adicionou-se 8 mL de água destilada, procedendo-se às leituras em aparelho de fotometria de chama a 768 nm e fenda igual a 0,40 mm (Oliveira, 1990). Os resultados foram expressos em mg de potássio (K) por gramas de sementes; e) sanidade - a qualidade sanitária das sementes foi avaliada pelo teste do papel-filtro, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com modificações. As caixas gerbox foram, previamente, lavadas com detergente e desinfetadas com

hipoclorito de sódio a 2%, contendo sete folhas de papel-filtro embebidas com água, autoclavada e tratada com estreptomicina a 100 mg por litro. Utilizaram-se duas subamostras de 25 sementes, para cada parcela. Em cada gerbox, em condições assépticas, foram distribuídas 25 sementes previamente tratadas com álcool a 70% e hipoclorito de sódio a 2%, durante um minuto cada, em seguida, lavadas com água destilada e autoclavada. As sementes foram incubadas em condições ambientais durante 7 dias, quando então, procedeu-se à identificação e à determinação da percentagem de sementes infectadas por fungos; f) emergência das plântulas no campo - este teste foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Utilizaram-se 50 sementes de cada subparcela, as quais foram distribuídas em sulcos de 1,0 m de comprimento e cobertas com, aproximadamente, 2,0 cm de solo, sendo o espaçamento entre sulcos de 0,30 m. A irrigação foi realizada, sempre que necessário. A avaliação da emergência baseou-se na contagem final do total de plântulas emergidas por repetição, ou seja, quando a percentagem de plântulas emergidas permaneceu constante. Foram consideradas como plântulas normais emergidas aquelas cujos cotilédones encontravam-se inteiramente, acima da superfície do solo e com as folhas unifolioladas com as margens não mais se tocando. Visando caracterizar as condições de campo em cada época (período de armazenamento), determinou-se o índice de emergência no campo, em percentagem, conforme proposto por Egli & Tekrony (1995), da seguinte forma:

$$IEC = \frac{\overline{XEC}}{\overline{XTG}} \times 100,$$

Sendo: IEC = índice de emergência no campo; EC = percentagem média de emergência das plântulas no campo; e TG = percentagem média de germinação, obtida no teste de germinação em laboratório (TG). Uma vez obtidos os índices médios de emergência no campo, por material genético e época de colheita em cada período de armazenamento, calculou-se a média aritmética dos dez materiais genéticos.

## 2.2. Análise estatística

Os dados foram analisados, considerando-se o experimento como inteiramente casualizado em parcelas subdivididas. Os tratamentos alocados nas parcelas foram compostos pelos 10 materiais genéticos (sete variedades e três linhagens triplo-nulos) combinados com as três épocas de colheita (R8, R8 + 15 e R8 + 30 dias), sendo os três períodos de armazenamento (0, 4, 8 meses) considerados subparcelas. Para cada teste em laboratório, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, enquanto, para os testes de emergência no campo, utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, sendo que cada repetição de armazenamento constituiu um bloco. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, os quais indicaram a necessidade de transformação dos dados obtidos no teste de sanidade e lixiviação de potássio, sendo estes transformados em  $Y = \sqrt{X + 0,5}$ . A comparação entre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes dos diferentes materiais genéticos, dentro e entre cada época de colheita, em cada teste, foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As correlações entre os dados obtidos nos testes de laboratório e a emergência das plântulas no campo, em cada época de plantio (setembro/01, janeiro/02 e maio/02), foram estimadas pelo coeficiente de correlação de Pearson. Todas as análises foram processadas utilizando o programa SAS (SAS, 1989), procedimentos GLM e REPEATED.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste de germinação das sementes de soja das sete variedades e três linhagens estão apresentados na Tabela 1. Verifica-se que não houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as percentagens de germinação das sementes dos dez materiais genéticos, colhidas no estádio R8. Por outro lado, as sementes colhidas aos 15 e 30 dias após R8 apresentaram comportamento diferenciado, quanto à germinação.

Analisando o efeito da época de colheita em cada material genético, observa-se que não houve diferença entre a germinação das sementes, colhidas no estádio R8 e aos 15 dias após este estádio, para todos os

Tabela 1. Médias, em percentagem, de plântulas normais obtidas no teste de germinação, conduzido antes do armazenamento de sementes de soja, colhidas em três diferentes épocas<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	89,75aA	96,75aA	93,00abA
CAC-1 triplo-nulo	93,25aA	92,50abcA	79,25cdeB
FT – Cristalina	97,25aA	97,25aA	97,75aA
FT-Cristalina triplo-nulo	94,00aA	95,75abA	94,75abA
UFV - 16 (Capinópolis)	89,75aA	87,25bcA	73,50deB
UFV-16 triplo-nulo	93,75aA	93,25abA	79,75cdB
Doko-RC	92,75aA	97,25aA	89,50abA
Savana	92,00aA	83,50cA	70,25eB
UFV-18 (Patos de Minas)	95,00aA	92,25abcA	86,50cdA
UFV-19 (Triângulo)	98,00aA	95,50abA	78,00cdeB

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

materiais. As variedades CAC-1, FT-Cristalina, Doko-RC e UFV-18 (Patos de Minas) e a linhagem FT-Cristalina triplo-nulo não apresentaram diferenças, quanto à percentagem de germinação das sementes colhidas nas três épocas, mostrando serem mais resistentes ao retardamento de colheita. Tal fato está relacionado à característica genética de cada material em resistir mais, ou menos tempo em condições adversas, ocorridas no campo, após a maturidade fisiológica das sementes. Em alguns trabalhos, tem sido observado variação no comportamento de variedades de soja, com relação ao período em que as plantas podem permanecer no campo após a maturação, mantendo alto valor do poder germinativo das sementes (Carraro et al., 1985; Sedyama, 1979). Braccini et al. (1994) também observaram que o retardamento da colheita provocou redução no vigor e na germinação das sementes, em decorrência do avanço no processo de deterioração dessas sementes, porém com intensidades diferentes para os genótipos estudados.

Quanto ao vigor das sementes, avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado (Tabela 2) e condutividade elétrica (Tabela 3), observa-se, também, que não houve diferença significativa entre os materiais estudados, para as

Tabela 2. Médias, em percentagem, de plântulas normais obtidas no teste de germinação, após o envelhecimento acelerado, conduzido antes do armazenamento de sementes de soja, colhidas em três diferentes épocas<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	82,00aA	86,00abcA	83,75aA
CAC-1 triplo-nulo	83,00aA	78,50bcdeA	42,25dB
FT – Cristalina	90,50aA	92,00aA	92,25aA
FT-Cristalina triplo-nulo	86,75aA	77,25bcdeAB	71,75bB
UFV - 16 (Capinópolis)	87,50aA	71,50deB	56,25cC
UFV-16 triplo-nulo	89,25aA	69,50eB	38,50dC
Doko-RC	83,75aA	88,75abA	64,25bcB
Savana	92,75aA	76,25cdeB	44,00dC
UFV-18 (Patos de Minas)	86,00aA	82,00abcdA	64,50bcB
UFV-19 (Triângulo)	86,00aA	76,00cdeB	59,50cC

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Médias dos resultados do teste de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) conduzido antes do armazenamento das sementes de soja, colhidas em três diferentes épocas<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	69,92aA	74,54abA	95,78abB
CAC-1 triplo-nulo	83,07aA	99,39cA	129,19deB
FT – Cristalina	64,70aA	82,34abcAB	94,18abB
FT-Cristalina triplo-nulo	78,11aA	91,76bcA	120,18cdB
UFV - 16 (Capinópolis)	67,30aA	86,75abcB	89,78aB
UFV-16 triplo-nulo	70,69aA	87,48abcAB	105,34abcB
Doko-RC	71,88aA	67,58aA	91,71aB
Savana	81,88aA	97,63cA	142,65eB
UFV-18 (Patos de Minas)	77,37aA	87,64abcA	114,29bcdB
UFV-19 (Triângulo)	70,78aA	71,51abA	96,65abB

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

sementes colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8 apresentaram diferentes níveis de vigor.

Na Tabela 2, observa-se que as variedades CAC-1 e FT-Cristalina não mostraram diferenças entre o vigor das sementes, quanto às épocas de colheita. Além disso, destacaram-se por apresentar maiores níveis de vigor nas sementes colhidas 30 dias após R8. Por outro lado, verificaram-se menores níveis de vigor nas sementes da variedade Savana e das linhagens CAC-1 triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo, na última época de colheita.

De acordo com os resultados obtidos no teste de condutividade elétrica (Tabela 3), todos os materiais genéticos, em estudo, apresentaram comportamento diferenciado entre as épocas de colheita. As sementes da variedade Savana, colhidas 30 dias após R8, apresentaram o menor vigor, porém não diferindo ( $P < 0,05$ ) das sementes da linhagem CAC-1 triplo-nulo.

Comparando o vigor das sementes das variedades CAC-1, FT-Cristalina e UFV-16 (Capinópolis) com suas respectivas linhagens CAC-1 triplo-nulo, FT-Cristalina triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo (Tabelas 2 e 3), nota-se que as sementes dos materiais triplo-nulos foram mais sensíveis aos efeitos do retardamento de colheita do que as variedades. Este resultado concorda com aqueles obtidos por Dias (1999). Trabalhando com as variedades CAC-1 e Doko-RC e suas respectivas linhagens triplo-nulos, o autor observou que as sementes dos materiais triplo-nulos foram mais sensíveis aos efeitos do retardamento da colheita, sugerindo, assim, que a presença de lipoxigenases nas sementes pode estar relacionada com a tolerância à deterioração no campo, decorrente do retardamento da colheita.

Na Tabela 4, observa-se que não houve diferença quanto à lixiviação de potássio, entre as sementes dos dez materiais genéticos dentro de cada época de colheita. Estes resultados não concordam com aqueles obtidos por Custódio (1995), que mostraram eficiência no teste de lixiviação de potássio, para separar os lotes em níveis de vigor, de maneira compatível com as respostas apresentadas pelos testes, comumente, utilizados para avaliação da qualidade fisiológica. Avaliando cada material, nas diferentes épocas de colheita, observa-se que as sementes colhidas no estágio R8 apresentaram os menores valores de potássio lixiviado.

O teste de lixiviação de potássio, segundo outras pesquisas, tem se mostrado relevante para discriminar o potencial fisiológico de lotes de

Tabela 4. Médias de lixiviação de potássio (mg/g sementes) determinada antes do armazenamento de sementes de soja, colhidas em três diferentes épocas<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita <sup>2</sup>		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	0,257aA	0,688aB	0,561aAB
CAC-1 triplo-nulo	0,257aA	0,754aB	0,710aB
FT - Cristalina	0,422aA	0,754aB	0,892aB
FT-Cristalina triplo-nulo	0,292aA	0,869aB	0,777aB
UFV - 16 (Capinópolis)	0,240aA	0,561aB	0,645aB
UFV-16 triplo-nulo	0,189aA	0,846aB	0,916aB
Doko-RC	0,292aA	0,688aB	0,520aAB
Savana	0,223aA	0,754aB	0,754aB
UFV-18 (Patos de Minas)	0,328aA	0,846aB	0,846aB
UFV-19 (Triângulo)	0,292aA	0,777aB	0,624aB

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

sementes (Marcos Filho, 1979; Marcos Filho et al., 1982; Dias, 1994).

Com o retardamento da colheita, quase todos os materiais estudados apresentaram maior percentagem de sementes infectadas por fungos totais (Tabela 5), com exceção das variedades Doko-RC, Savana e UFV-18 (Patos de Minas), que mantiveram o mesmo nível de infecção das sementes nas três épocas de colheita. Por outro lado, as sementes da variedade UFV-16 (Capinópolis), colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8, apresentaram elevadas percentagens de sementes infectadas por fungos, ou seja, 26,64 e 59,25 %, respectivamente, mostrando-se mais susceptíveis ao ataque de fungos no campo. Isto pode ter ocorrido em consequência das condições climáticas, durante o período de permanência das plantas no campo, após o estágio R8 (Dhingra et al., 1979) bem como devido ao ciclo mais curto deste cultivar, que favorece a infecção das sementes por fungos, principalmente, quando sua maturação coincide com períodos chuvosos (Dhingra et al., 1979; Tekrony et al., 1984).

Visando caracterizar as condições de campo, em cada época na qual foi conduzido o teste de emergência no campo (Tabelas 6, 7 e 8) os índices de

Tabela 5. Valores médios em percentagem de sementes infectadas por fungos totais avaliadas no teste de sanidade, antes do armazenamento das sementes de soja colhidas em três diferentes épocas<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita <sup>2</sup>		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	7,45abA	5,90aA	24,20aB
CAC-1 triplo-nulo	7,23abA	15,02abAB	25,51aB
FT - Cristalina	2,81aA	6,26aA	16,06aB
FT-Cristalina triplo-nulo	6,16abA	7,97aA	19,48aB
UFV - 16 (Capinópolis)	2,53aA	26,64bB	59,25bC
UFV-16 triplo-nulo	8,68abA	18,25abAB	27,06aB
Doko-RC	14,48bA	6,84aA	15,02aA
Savana	10,99abA	11,26abA	16,56aA
UFV-18 (Patos de Minas)	10,99abA	7,34aA	12,68aA
UFV-19 (Triângulo)	4,74abA	9,93aB	23,61aB

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e estransformados.

Tabela 6. Médias, em percentagem, de emergência das plântulas no campo e do índice de emergência das plântulas (ICE) das sementes de soja, colhidas em três diferentes épocas, avaliadas antes do armazenamento (1ª época). Setembro 2001<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	53,00aA	57,00aA	54,50aA
CAC-1 triplo-nulo	46,50aA	62,50aA	26,50cB
FT - Cristalina	60,00aA	52,00abA	55,00aA
FT-Cristalina triplo-nulo	40,50aA	41,50abA	46,50abcA
UFV - 16 (Capinópolis)	51,50aA	40,50abAB	30,50bcB
UFV-16 triplo-nulo	59,50aA	49,00abA	30,00bcB
Doko-RC	50,50aA	55,50abA	55,50aA
Savana	54,00aA	34,00bB	29,50bcB
UFV-18 (Patos de Minas)	50,00aA	50,00abA	50,50abA
UFV-19 (Triângulo)	61,00aA	57,00aA	39,50abcB
IEC (%)	56,26	52,76	46,17

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Médias, em porcentagem, de emergência das plântulas no campo e do índice de emergência das plântulas (ICE) das sementes de soja, colhidas em três diferentes épocas, avaliadas após quatro meses de armazenamento (2ª época). Janeiro 2002<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	75,00aA	80,00aA	69,00aA
CAC-1 triplo-nulo	84,50aA	72,00abA	28,00deB
FT - Cristalina	77,50aA	72,00abA	67,00abA
FT-Cristalina triplo-nulo	73,50aA	59,50abAB	46,00bcdB
UFV - 16 (Capinópolis)	69,50aA	62,00abA	29,00deB
UFV-16 triplo-nulo	80,00aA	69,00abA	41,50cdeB
Doko-RC	74,00aA	81,50aA	53,00abcB
Savana	73,00aA	52,00bB	20,50eC
UFV-18 (Patos de Minas)	77,00aA	63,50abA	35,50cdeB
UFV-19 (Triângulo)	79,00aA	62,50abB	31,00cdeC
IEC (%)	86,78	79,78	61,11

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Médias, em porcentagem, de emergência das plântulas no campo e do índice de emergência das plântulas (ICE) das sementes de soja, colhidas em três diferentes épocas, avaliadas após oito meses de armazenamento (3ª época). Maio 2002<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	19,50Aa	1,50Ab	0,50Ab
CAC-1 triplo-nulo	1,50Aa	2,50Aa	0,00Aa
FT - Cristalina	9,00aA	4,00aA	0,50aA
FT-Cristalina triplo-nulo	3,00aA	3,00aA	0,00aA
UFV - 16 (Capinópolis)	1,00aA	1,00aA	0,00aA
UFV-16 triplo-nulo	3,00aA	5,00aA	0,00aA
Doko-RC	12,50aA	2,00aA	0,00aA
Savana	9,00aA	1,00aA	0,00aA
UFV-18 (Patos de Minas)	5,50aA	2,00aA	0,00aA
UFV-19 (Triângulo)	0,50aA	0,50aA	0,50aA
IEC (%)	22,03	18,87	1,74

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

emergência das plântulas em campo (IEC) foram calculados, com base na premissa de que valores nas proximidades de 100 indicam que as condições de campo estão mais próximas das ideais para a germinação e emergência das plântulas.

Na Tabela 7, observa-se que na segunda época (Janeiro/02), o teste realizado com as sementes, após quatro meses de armazenamento, caracterizou-se por apresentar as condições mais favoráveis para a emergência das plântulas no campo. Verifica-se, nessa época, maiores IEC, esse fato se deve principalmente, à temperatura média durante a condução do teste de emergência no campo que foi de 22,69°C. Em setembro de 2001 (teste realizado com as sementes antes do armazenamento) e em maio de 2002 (teste realizado com as sementes após oito meses de armazenamento), a temperatura média foi de 18,86 e 17,24°C, respectivamente. Segundo Embrapa (2002), a soja melhor se adapta a temperaturas do ar entre 20 e 30°C, sendo a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento em torno de 30°C. Sempre que possível, a semeadura da soja não deve ser realizada em solos com temperatura abaixo de 20°C, pois, a germinação e a emergência serão prejudicadas. A temperatura do solo adequada para semeadura varia entre 20 e 30°C, sendo 25°C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme.

Segundo Carvalho & Nakagawa (1983), a faixa ótima de temperatura para a germinação de uma semente de alto vigor é sempre mais ampla que aquela para baixo vigor. Além disso, sementes mais vigorosas são mais resistentes às condições de menor disponibilidade hídrica (Tekrony & Egli, 1977).

Analisando a emergência das plântulas no campo, em três diferentes épocas, ou seja, setembro/01 (Tabela 6), janeiro/02 (Tabela 7) e maio/02 (Tabela 8), observa-se que não houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os materiais genéticos, quanto à emergência das sementes colhidas no estádio R8, para as três épocas avaliadas. Considerando as duas primeiras épocas de realização do teste de emergência no campo (Tabelas 6 e 7), observa-se que as sementes de todos os materiais estudados, colhidas no estádio R8 e aos 15 dias após este estádio, apresentaram maiores percentuais de emergência no campo, após quatro meses de armazenamento (janeiro/2002). Este fato é devido às melhores condições de campo, ocorridas nessa época

caracterizadas pelo índice de emergência no campo (IEC), principalmente devido ao fator temperatura, que na primeira época (setembro/2001) apresentou temperaturas abaixo de 20°C. As sementes colhidas 30 dias após o estágio R8 não apresentaram o mesmo comportamento daquelas colhidas no estágio R8 e aos 15 dias após R8, mostrando que as sementes de alguns materiais apresentaram maiores percentuais de emergência no campo na primeira época (setembro/01), mesmo em condições de campo menos favoráveis à germinação e emergência das plântulas. As sementes das variedades UFV-16 (Capinópolis), Doko-RC, Savana, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV-19 (Triângulo), colhidas 30 dias após R8, apresentaram os maiores percentuais de emergência no campo, em setembro/01, em que as condições de campo foram menos favoráveis. Este fato é, provavelmente, devido a vários fatores pertinentes às características genéticas de cada material, que não foram analisadas neste trabalho, tais como tamanho das sementes, impermeabilidade do tegumento à água, conteúdo de lignina no tegumento, dentre outras.

Na Tabela 8, observa-se que a percentagem de emergência no campo das sementes, após oito meses de armazenamento, foi muito baixa, principalmente, para as sementes colhidas 15 e 30 dias após o estágio R8. Não ocorreram diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os materiais dentro de cada época de colheita. As sementes da variedade CAC-1 apresentaram a maior emergência em campo (19,50%). Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Martins Filho et al. (2001). Analisando o comportamento de dez materiais genéticos, esses autores observaram que a partir de 7 meses de armazenamento sob condições ambientais, em Alegre-ES, todos os materiais apresentaram vigor das sementes nulo e baixa capacidade germinativa, sendo que, após oito meses de armazenamento, apresentaram 100% de deterioração.

Segundo Martins Filho et al. (2001), para manutenção da viabilidade e da qualidade fisiológica das sementes, além de alta qualidade inicial, é imprescindível que as mesmas sejam acondicionadas em embalagens compatíveis com seu teor de água, em ambientes com controle de temperatura e de umidade relativa, de acordo com a espécie (Henning, et al., 1995 e 1997).

De acordo com Edje & Burris (1971), as sementes de soja, com baixo vigor, apresentam germinação mais vagarosa e produzem plântulas menores e

pouco desenvolvidas. Dessa forma, mesmo sob condições ideais de semeadura no campo, o estande inicial poderá ser comprometido.

Os resultados da análise de correlação entre o teste de germinação e a emergência no campo, realizada nos meses de setembro/01 e Janeiro/02 (Tabela 9), evidenciam valores positivos e significativos ( $P < 0,05$ ) e ( $P < 0,01$ ) para as sementes colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8, respectivamente. Observa-se, ainda, que a correlação entre estes dois testes foi maior nas análises realizadas em janeiro/02. Assim, pode-se afirmar que, em condições de campo mais favoráveis de acordo com o IEC, os resultados obtidos no teste de emergência das plântulas no campo seguem tendências similares àqueles alcançados no teste de germinação. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Egli & Tekrony (1995) e Freitas et al. (2000), segundo os quais, quando as condições de campo são favoráveis, os resultados do teste de germinação apresentam alta relação com a emergência das plântulas. Egli & Tekrony (1995) observaram, ainda, maior precisão do teste de germinação na estimativa da emergência das plântulas no campo, somente, quando os índices de emergência no campo apresentaram valores próximos a 100. No entanto, tal afirmação não foi confirmada no presente trabalho, pois, o maior índice de emergência das plântulas no campo (86,78) foi observado em janeiro/02, para as sementes colhidas no estágio R8; nesta época (Janeiro/02), a correlação entre a percentagem de germinação e a emergência das plântulas no campo de sementes colhidas no R8 não foi significativa.

Os resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado (Tabela 9) mostram correlações positivas e significativas ( $P < 0,01$ ) com a emergência das plântulas no campo, ocorrida em setembro e janeiro para as sementes colhidas aos 30 dias após R8 e ( $P < 0,05$ ) para as sementes colhidas aos 15 e 30 dias após R8 com a emergência realizada em janeiro e maio, respectivamente.

O envelhecimento acelerado tem se destacado como um dos testes mais importantes para identificar a qualidade de lotes de sementes, bem como para avaliar o potencial de emergência no campo (Bishnoi & Delouche, 1980; Egli & Tekrony, 1995), podendo fornecer, também, informações sobre o potencial de armazenamento das sementes (Marcos Filho, 1999).

Avaliando a qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro, Laposta et al. (1995) verificaram que o teste de envelhecimento acelerado foi um dos

Tabela 9. Estimativa dos coeficientes de correlação entre os testes de laboratório e a emergência no campo, imediatamente, após os testes (antes do armazenamento, setembro) e após quatro e oito meses de armazenamento (janeiro e maio, respectivamente) das sementes de soja colhidas em três diferentes épocas<sup>1/</sup>

	Época de Colheita	Meses de armazenamento		
		Setembro	Janeiro	Maio
Teste de germinação	R8	0,3840	0,4980	-0,3775
	R8 + 15	0,6921*	0,7124*	0,3608
	R8 +30	0,8594**	0,8818**	0,3928
Envelhecimento acelerado	R8	0,3850	-0,2421	-0,2378
	R8 + 15	0,4137	0,6031*	0,0515
	R8 +30	0,8698**	0,8228**	0,6574*
Condutividade elétrica	R8	-0,5903*	0,2660	-0,1913
	R8 + 15	-0,4310	-0,5851*	0,2050
	R8 +30	-0,4850	-0,5674*	-0,4773
Lixiviação de potássio	R8	0,0996	0,0368	0,1924
	R8 + 15	-0,0375	0,3677	0,4790
	R8 +30	0,5186	0,2749	0,4102
Fungos totais	R8	-0,1893	0,0519	0,4192
	R8 + 15	-0,2982	-0,3353	0,0385
	R8 +30	-0,5021	-0,2903	-0,1456

<sup>1/</sup> \*\* e \* significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t.

mais eficientes, no que diz respeito à separação de lotes em diferentes níveis de vigor e potencial de emergência de plântulas em campo.

Para sementes de sorgo, Petrini et al. (1988) verificaram o teste de envelhecimento precoce é o mais eficiente, para estimar a percentagem de emergência das plântulas em condições de campo.

Os resultados obtidos no teste de condutividade elétrica apresentaram correlações negativas e significativas ( $P < 0,05$ ) com a emergência no campo, ocorrida em setembro/01 e janeiro/02, para as sementes colhidas no estágio R8 e aos 15 e 30 dias após o estágio R8, respectivamente. Correlações negativas indicam que maiores valores de condutividade elétrica estão relacionados à baixa germinação das sementes e, conseqüentemente, à menor emergência no campo.

Estudos realizados por Marcos Filho et al. (1990) evidenciaram que, em sementes de soja, o teste de condutividade elétrica permitiu a identificação de lotes com diferentes níveis de vigor. Os autores verificaram, ainda, que períodos de quatro e oito horas de condicionamento das sementes de soja podem ser utilizados para identificação das diferenças mais acentuadas entre níveis de vigor, enquanto as leituras realizadas a partir de 16 h são mais sensíveis às variações de vigor das sementes. Resultados semelhantes, para a mesma espécie, foram obtidos por Dias & Marcos Filho (1996). Yaklich et al. (1979) constataram correlação significativa entre os testes de condutividade elétrica e a emergência das plântulas no campo, em vários locais e datas de semeadura.

Waters JR. & Blanchette (1983), trabalhando com sementes de milho doce, observaram que os testes de condutividade elétrica de massa e individual apresentaram correlação com a emergência das plântulas no campo. Além disso, Wilson JR. et al. (1992) verificaram que a combinação dos resultados, obtidos nos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, foi eficiente para estimar o estande final para a referida cultura.

Em sementes de algodoeiro, Halloin (1975) evidenciou que a liberação de eletrólitos está mais associada às mudanças no teor de água das sementes do que às mudanças na viabilidade das mesmas. O autor concluiu que a liberação de eletrólitos, quantificada pelo teste de condutividade elétrica, não constituiu medida segura para avaliar a deterioração de sementes de algodoeiro.

De acordo com a Tabela 9, os resultados de lixiviação de potássio e a percentagem de sementes infectadas por totais de fungos não apresentaram correlação significativa com a emergência das plântulas no campo realizada em três épocas (setembro/01, janeiro/02 e maio/02) para as sementes colhidas no estágio R8 e aos 15 e 30 dias após este estágio.

#### **4. CONCLUSÕES**

As sementes das variedades e linhagens estudadas apresentaram comportamento diferenciado, nas três épocas de colheita, quanto à germinação, sanidade e vigor avaliado por meio dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica.

As variedades CAC-1 e FT-Cristalina destacaram-se como as mais tolerantes ao retardamento de colheita, quanto à germinação e o vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado.

As linhagens triplo-nulo apresentaram sementes com maior sensibilidade aos efeitos do retardamento de colheita, em comparação com as variedades das quais se originaram.

As sementes das variedades Doko-RC, Savana e UFV-18 (Patos de Minas) não apresentaram alterações na percentagem de sementes, infectadas por totais de fungos, nas três épocas de colheita.

As sementes da variedade UFV-16 (Capinópolis) apresentaram os maiores percentuais de totais de fungos, com o retardamento da colheita.

Nas condições de campo mais próximas às ideais (janeiro de 2002), de acordo com o índice de emergência no campo, os resultados de emergência das plântulas apresentaram a maior correlação com o teste de germinação, em todas as épocas de colheita.

Em condições adversas (setembro e maio), de acordo com o índice de emergência no campo, a emergência das plântulas oriundas de sementes colhidas no estádio R8+30 apresentou maior correlação com o vigor, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado.

A lixiviação de potássio não correlacionou-se com a emergência das plântulas no campo.

## 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. East Lasing, 1983. 93p. (Contribution, 32).

BISHNOI, U.R.; DELOUCHE, J.C. Relationship of vigour tests and seed lots to cotton seedling establishment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.8, n.3, p.341-346, 1980.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA T. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária 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: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

- BYRUM, J.R.; COPELAND, L.O. Variability in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, n.2, p.543-549, 1995.
- CARRARO, I.M.; BEGO, A.; ROCHA, A. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade de sementes de soja em Palotina-PR. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.7, n.3, p.123-132, 1985.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Semente: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, Fundação Cargill. 1983. 429p.
- CUSTÓDIO C.C. **Estudo do teste de lixiviação de potássio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1995. 115p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). ESALQ, 1995.
- 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.427-452, 1973.
- DHINGRA, O.D.; SEDIYAMA, T.; REIS, M.S.; SILVA, J.G. Variability in soybean cultivars to seed infection by *Phomopsis sojae* and other fungi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.4, n.1, p.01-04, 1979.
- DIAS, A.C.P. **Atividade de lipoxigenases durante a germinação e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). UFV, 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.31-42, 1996.
- DIAS, D.C.F.S. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, SP: ESALQ, 1994. 136p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia). ESALQ, 1994.
- EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil-2003**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: ESALQ, 2002. 199p.
- EDJE, O.T.; BURRIS, J.S. Effects of soybean seed vigor on field performance. **Agronomy Journal**, Madison, v.63, n.4 ,p.536-538, 1971.
- EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, n.3, p.595-607, 1995.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, Cooperative Extension Service, 1979. 12p.

- FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; REIS, M.S.; CECON, P.R. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de algodão e a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.97-103, 2000.
- HALLOIN, J.M. Solute loss from deteriorated cottonseed: relationship between deterioration, seed moisture, and solute loss. **Crop Science**, Madison, v.15, n.1, p.11-15, 1975.
- HENNING, A.A.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P.; CAMPELO, G.J.; PETERS, W.J.; MENDONÇA, E.A.F.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; GARRIDO, R.B.O. Embalagens de sementes de soja para armazenamento em condições tropicas. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7, n.1/2, p.68, 1997. (Resumos).
- HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; COSTA, N.P.; CAMARGO, T.V. Embalagens de sementes de soja para armazenamento em regiões tropicas e subtropicais. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.2, p.47, 1995. (Resumos).
- ISELY, D. Vigor tests. **Proceedings of the Association Official Seed Analysts.**, Washington, v.47, n.1, p.176-182, 1957.
- JOHNSON, R.R.; WAX, L.M. Relationship of soybean germination and tests to field performance. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, n.2, p.273-278, 1978.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; GILIOLI, J.L.; MIRANDA, L.C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I.M. (Eds.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: PATAFOS, 1993. p. 465-522.
- LAPOSTA, J.A.; VIEIRA, M.G.G.C.; CARVALHO, M.L.M. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). In: CONGRESSOS BRASILEIROS DE SEMENTES, 9, Florianópolis, SC. **Resumos....** Brasília, DF: ABRATES, 1995. p.132.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Cap.1.
- MARCOS FILHO, J. **Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill)**. Piracicaba: ESALQ, 1979. 180p. (Livre-Docência) ESALQ, 1979.

- MARCOS FILHO, J.; AMORIM, H.V.; SILVAROLA, M.B.; PESCARIN, H.M.C. Reação entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. **Anais**. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1982. p.676-683.
- MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CÍCERO, S.M.; DEMÉTRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no armazenamento e no campo. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.42, n.1, p.195-249.1985.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 230p.
- MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.25, n.2, p.1805-1815, 1990.
- MARTINS FILHO, S.; LOPES, J.C.; RANGEL, O.J.P.; TAGLIAFERRE, C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.201-208, 2001.
- OLIVEIRA, J.A. de. **Correlação entre a evolução de hexanal e de aldeídos totais, a lixiviação de íons e o potencial de germinação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 79p. Tese (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- PETRINI, J.A.; FERNANDEZ, D.; ZONTA, E.P. Testes de vigor para predizer a emergência de sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.23, n.6, p.593-598, 1988.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289p.
- SAS Institute. **Statistical user' s guide**, version 6, fourth edition, volume 2 Cary, NC: SAS Institute Inc, 1989. 846p.
- 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)**. Viçosa, MG, UFV, 1979. 121p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). UFV, 1979.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.816-822, 1991.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, Madison, v.17, n.4, p.573-577, 1977.

- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B; BALLEs, J.; TOMES, L.; STUCKEY, R.E. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis sp.* Seed infection. **Crop Science**, Madison, v.24, n.1, p.189-193, 1984.
- 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, 1994. p.31-47.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Cap.4.
- WATERS JR., L.; BLANCHETTE, B.L. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal American Society for Horticultural Science**., S. Joseph, v.108, n.5, p.778-781, 1983.
- WILSON JR., D.O.; ALLEYNE, J.C.; SHAFII, B.; MOHAN, S.K. Combining vigor test results for prediction of final stand of shrunken-2 sweet corn seed. **Crop Science**, Madison, v.32, n.6, p.1496-1502, 1992.
- YAKLICH, R.W.; KULIK, M.M.; ANDERSON, J.D. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of ATP, conductivity, and radioactive tracer multiple criteria laboratory tests to field performance. **Crop Science**, Madison, v.19, n.6, p.806-810, 1979.

## QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA COLHIDAS EM DIFERENTES ÉPOCAS E SEU POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO

RESUMO – Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja colhidas em três épocas, antes do armazenamento (zero), assim como estimar as correlações entre os resultados dos testes, utilizados nessas avaliações, com a germinação das sementes nos diferentes períodos de armazenamento (zero, quatro e oito meses). Sementes das variedades CAC-1, FT- Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) e das respectivas linhagens com ausência das três lipoxigenases LOX1, LOX2 e LOX3 (CAC-1 triplo-nulo, FT-Cristalina triplo-nulo e UVF-16 triplo-nulo), obtidas pelo método dos retrocruzamentos com recuperação parcial, bem como das variedades Doko-RC, Savana, UVF-18 (Patos de Minas) e UVF-19 (Triângulo) foram multiplicadas no campo, no ano agrícola 2000/01. As colheitas das variedades e linhagens foram realizadas no estágio R8 e aos 15 e 30 dias após este estágio. Concluída a colheita, as sementes foram embaladas em sacos de tecido de algodão e armazenadas, por até oito meses, em condições ambientais. Retiraram-se, previamente, amostras de sementes de cada tratamento, por época de colheita e repetição, para realização dos seguintes testes: germinação, primeira contagem e contagem final; envelhecimento acelerado; condutividade elétrica; lixiviação de potássio; determinação do conteúdo de aldeídos totais; emergência das plântulas no campo e velocidade de emergência no campo; e sanidade. Foi determinado, também, o grau de umidade das sementes. A deterioração causada pelo retardamento da colheita interferiu, positivamente, na sensibilidade dos testes utilizados para separar as sementes quanto à qualidade fisiológica. As linhagens triplo-nulos apresentaram sementes com maior sensibilidade aos efeitos do retardamento de colheita do que as variedades das quais se originaram. A ocorrência de *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp. e totais de fungos tendeu a maiores percentagens, nas sementes colhidas aos 30 dias após o estágio R8, com diferenças no grau de tolerância à infecção das sementes entre os materiais genéticos. As sementes da variedade UVF-16 apresentaram os maiores percentuais de *Phomopsis* spp. e totais de fungos com o

retardamento da colheita. A primeira contagem do teste de germinação apresentou o maior número de coeficientes de correlação significativos com a germinação das sementes nas três épocas de colheita e nos três períodos de armazenamento. O envelhecimento acelerado foi eficiente para prever o potencial de germinação das sementes, colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8 e armazenadas por quatro meses.

Palavras-chave: soja, sementes, colheita, potencial de armazenamento

### **PHYSIOLOGIC AND SANITARY QUALITIES OF THE SOYBEAN SEEDS HARVESTED AT DIFFERENT TIMES AND THEIR STORAGE POTENTIAL**

**ABSTRACT** - This study was carried out to evaluate the physiologic and sanitary qualities of soybean seeds harvested at three different times before storage (zero), as well as to estimate the correlations among the results from the tests used in those evaluations with the germination of the seeds at different storage periods (zero, four eight months). A number of seeds of the cultivars CAC-1, FT - Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) and their respective inbred lines (CAC-1 triple-null, FT-Cristalina triple-null and UFV-16 triple-null) with absence of the three lipoxygenases LOX1, LOX2 and LOX3 obtained by the backcrossing method with partial recovery, as well as the cultivars Doko-RC, Savannah, UFV-18 (Patos de Minas) and UFV-19 (Triângulo) were multiplied under field conditions, in the agricultural year 2000/01. The harvests of cultivars and inbred lines were accomplished at stage R8 and at 15 and 30 days after this stage. After harvesting, the seeds were packed in cotton cloth and stored up to eight months under environmental conditions. Previously, a number of samples from each treatment were removed according to the harvesting time and replication for accomplishment of the germination tests, first counting and final counting; accelerated aging; electric conductivity; potassium leaching; determination of the total aldehyde contents; seedling emergencies in the field and emergency speed in the field ; and sanity. The moisture level of the seeds were also determined. The deterioration caused by retardation of the crop positively interfered into the sensibility of the tests used to separate the seeds

according to their physiologic quality. The triple-null lines showed seeds with a higher sensibility to the effects of the harvesting delay than the cultivars they came from. The occurrence of *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp. and total fungus tended to highest percentages in those seeds harvested at 30 days after stage R8, with differences in the level of tolerance to infection of the seeds among the genetic materials. The seeds of the UFV-16 cv. presented the higher percentiles of *Phomopsis* spp. and total fungus with the delay of the harvest. The first counting of the germination test was the one presenting the higher number of significant correlation coefficients with germination of the seeds at the three harvesting times and during the three storage periods. The accelerated aging was efficient to predict the germination potential of the seeds harvested at 15 and 30 days after stage R8 and stored for four months.

Keywords: soybean, seeds, harvest, storage potential

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade da semente de soja é bastante afetada pelas condições ambientais, durante o período de seu desenvolvimento no campo e pelas condições de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento (Resende et al., 1996).

O armazenamento, face à defasagem entre as épocas de colheita e de semeadura, constitui etapa, praticamente, obrigatória de um programa de produção de sementes. Durante o período de armazenamento, a principal preocupação é a preservação da qualidade das sementes, minimizando a velocidade do processo de deterioração (Pereira et al., 1994).

As sementes atingem a máxima qualidade (máximo vigor e germinação) por ocasião da maturidade fisiológica, sendo que, a partir deste ponto, inicia-se o processo de deterioração, caracterizado pela queda progressiva e irreversível da qualidade (Delouche & Baskin, 1973). Uma seqüência de eventos ocorre nas sementes, após a maturidade fisiológica, antes da perda completa de sua viabilidade. Segundo esses autores, esta seqüência hipotética inicia-se com a desorganização de membranas e perda do controle de sua permeabilidade, que são seguidas pela redução do potencial

de armazenamento, velocidade de germinação, percentagem de emergência de plântulas e aumento na ocorrência de anormalidade nas mesmas, culminando com redução do poder germinativo e morte da semente.

O potencial de conservação das sementes é determinado pela velocidade do processo de deterioração, podendo variar entre diferentes lotes da mesma espécie e mesmo cultivar, armazenados sob as mesmas condições (Delouche & Baskin, 1973). Entretanto, a rapidez com que as sementes perdem o vigor, ou a viabilidade, depende de diversos fatores: qualidade inicial da semente; condições de armazenamento; presença de microorganismos e insetos, quando a umidade relativa permite o desenvolvimento dos mesmos (Wilson JR., 1995), incluindo, também, a constituição genética da espécie ou do cultivar (Roos, 1986).

Para que as sementes de soja sejam comercializadas, é necessário que apresentem uma germinação mínima, cujo limite varia entre os estados brasileiros, sendo de 75% nos estados de Santa Catarina, Goiás, Tocantins, Minas Gerais e Mato Grosso e 80% nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal para sementes certificadas. Os mesmos padrões são recomendados para sementes fiscalizadas, com exceção de Santa Catarina, em que a germinação mínima recomendada é de 80% (Embrapa, 1993).

O teste-padrão de germinação *per si* não oferece um indicativo confiável para um armazenamento seguro, uma vez que a sua realização ocorre sob condições ótimas de umidade, temperatura e luminosidade. As transformações degenerativas mais sutis, não avaliadas pelo teste de germinação, exercem grande influência no potencial de desempenho das sementes com reflexos na capacidade de armazenamento, na emergência no campo, no crescimento e produtividade das plantas (Popinigis, 1977). Essas transformações podem ser detectadas e avaliadas por meio do teste de vigor, que fornecerá um indicativo do potencial de armazenamento das sementes.

Dessa forma, objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja colhidas em três épocas, antes do armazenamento e estimar as correlações entre os resultados dos testes, utilizados nessas avaliações, com a germinação das sementes antes do armazenamento e após quatro e oito meses de armazenamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Melo, no Laboratório de Análises de Sementes de Soja do Departamento de Fitotecnia e nos laboratórios do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG.

Utilizaram-se sementes das variedades CAC-1, FT- Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) e de suas respectivas linhagens com ausência das três lipoxigenases LOX1, LOX2 e LOX3 (CAC-1 triplo-nulo, FT-Cristalina triplo-nulo e UVF-16 triplo-nulo), obtidas pelo método de retrocruzamento, com recuperação parcial, bem como das variedades Doko-RC, Savana, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV-19 (Triângulo), as quais foram fornecidas pelo Departamento de Fitotecnia da UFV.

As sementes de cada variedade e de cada linhagem triplo-nulo foram multiplicadas no campo, no ano agrícola 2000/01, em parcelas de doze fileiras de 5 m de comprimento e espaçamento entre fileiras de 0,70 m, com densidade populacional de 15 plantas/m, aproximadamente. A técnica de "roquing" foi realizada em cada parcela, com a finalidade de eliminar as plantas atípicas, com base na cor da flor, na cor da pubescência, no hábito de crescimento e no ciclo para floração e maturação.

As colheitas das variedades ou linhagens foram realizadas em três épocas, sendo a primeira no estágio de maturação R8 da escala de Fehr & Caviness (1979), quando estas apresentavam 95% das vagens maduras, enquanto a segunda e terceira foram realizadas aos 15 e 30 dias após o estágio R8, respectivamente. Em cada época, foram colhidas, em conjunto, quatro fileiras aleatórias e as plantas foram debulhadas em trilhadeira estacionária. Após serem submetidas à limpeza e secagem até atingir aproximadamente 10 a 11% de umidade, as sementes foram embaladas em sacos de tecido de algodão e mantidas em câmara fria à temperatura de 10 °C e umidade relativa do ar de 65 %.

Concluída a colheita da última época (30 dias após o estágio R8), o volume total de sementes de cada tratamento (variedade ou linhagem e época de colheita) foi dividido em quatro partes (repetições), sendo então, embaladas em sacos de tecido de algodão e armazenadas, por até oito meses, em

condições ambientais (sem controle de temperatura e umidade relativa do ar) na Unidade de Beneficiamento de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. Constituíram-se, portanto, 120 parcelas (10 materiais genéticos x 3 épocas de colheita x 4 repetições), as quais foram amostradas em cada período de armazenamento (zero, quatro e oito meses), constituindo as subparcelas. Durante o armazenamento, realizou-se o monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento, por meio de um termohigrógrafo. Os dados de temperaturas máxima e mínima e da umidade relativa do ar média estão apresentados na Figura 1.

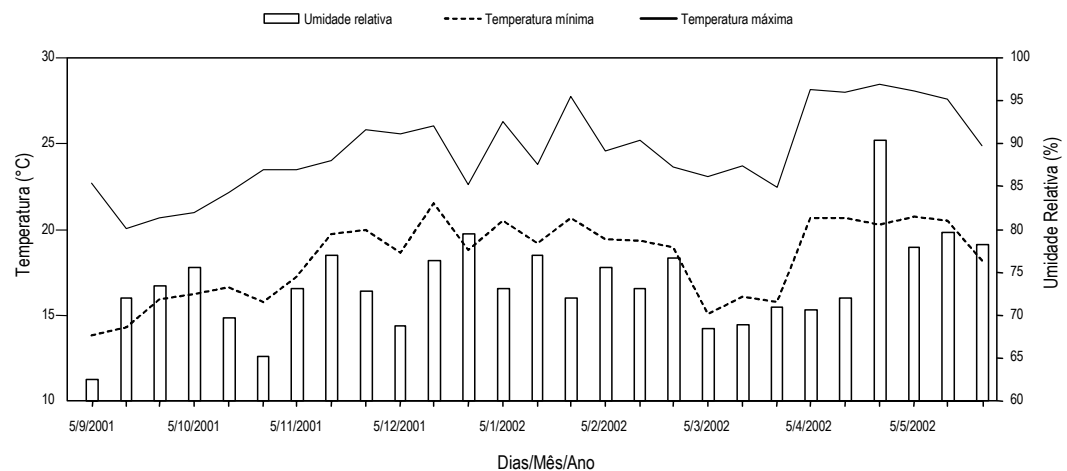


Figura 1. Dados médios, em decêndios, de temperaturas mínima (T Mín) e máxima (T Máx) e umidade relativa do ar (Umid Rel) registrados no interior da Unidade de Beneficiamento de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, durante o período de armazenamento das sementes. Ano agrícola 2000/01.

## 2.1. Avaliação da qualidade das sementes

As avaliações da qualidade fisiológica e sanitária das sementes foram realizadas antes do armazenamento das sementes e a porcentagem de germinação final (teste de germinação) foi avaliada antes do armazenamento e após quatro e oito meses de armazenamento.

As sementes de cada parcela foram avaliadas, por meio dos testes descritos a seguir: a) Determinação da umidade - ao final de cada período de

armazenamento (zero, quatro e oito meses), determinou-se a umidade das sementes, tomando-se uma amostra de 50 sementes de cada subparcela. Utilizou-se o método da estufa a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , durante 24 h, segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem (base úmida); b) germinação e primeira contagem - foram utilizadas duas amostras de 50 sementes de cada subparcela, em rolo de papel germitest, umedecido com água, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, em germinador a  $25^{\circ}\text{C}$ . As avaliações foram realizadas aos cinco dias (primeira contagem) e oito dias (contagem final) após a instalação do teste, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); c) envelhecimento acelerado - este teste foi conduzido, utilizando-se caixas gerbox com tela metálica horizontal, na posição mediana. Sob a tela, foram adicionados 40 mL de água e, sobre a tela foram distribuídas 100 sementes de cada parcela. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram acondicionadas em uma incubadora tipo BOD, com temperatura regulada a  $41^{\circ}\text{C}$ , onde permaneceram por 48 horas (AOSA, 1983; Krzyzanowski et al., 1991; Marcos Filho, 1999). Após esse período, as sementes foram distribuídas em duas subamostras de 50 sementes e colocadas para germinar, nas condições do teste de germinação, conforme descrito no item anterior. A avaliação foi feita no quinto dia, após a montagem do teste. Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais; d) condutividade elétrica - para esta avaliação, foi adotada a metodologia proposta pela AOSA (1983) e relatada por Vieira & Krzyzanowski (1999). Foram utilizadas 50 sementes de cada parcela, pesadas com precisão de 0,001g e, posteriormente, colocadas em copos plástico (bulk system), contendo 75 mL de água destilada, permanecendo em uma estufa-incubadora tipo BOD a  $25^{\circ}\text{C}$ , durante 24 h. Decorrido esse período, o conteúdo dos copos foi agitado com um bastão de vidro, para permitir a uniformização dos lixiviados na solução, procedendo-se, então, às leituras da condutividade elétrica na solução de embebição em condutivímetro DIGIMED modelo CD-21. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  de semente; e) lixiviação de potássio - para avaliar a lixiviação de potássio, foram utilizadas 25 sementes de cada parcela. Cada amostra de sementes foi incubada em 75 mL de água destilada a  $30^{\circ}\text{C}$ , por 30 min, conforme Custódio (1995). Após este procedimento, soluções de cada amostra foram filtradas e de cada copo foi tomada uma

alíquota de 2 mL da solução, colocado em copo de 25 mL, ao qual adicionaram 8 mL de água destilada, procedendo-se às leituras em aparelho de fotometria de chama a 768 nm, fenda igual a 0,40 mm (Oliveira, 1990). Os resultados foram expressos em mg de K por gramas de semente; f) determinação do conteúdo de aldeídos totais - os teores de aldeídos totais foram determinados pelo método colorimétrico, desenvolvido por Wilson e McDonald (1986), com as modificações sugeridas por Reis et al. (1989) e Santos et al. (1993), tendo como reagente de cor o 3-metil-2-benzotiazolinona hidrazona (MBTH). Foi utilizada uma amostra de  $5 \pm 0,03$  gramas de sementes de cada parcela. As sementes foram semeadas em rolos de papel-toalha, previamente umedecidos com água destilada, e colocadas em BOD a 25°C, durante 24 h. Após esse período, as sementes foram retiradas do substrato de papel e transferidas para frascos erlenmeyer, contendo 20 mL de solução de etanol 2%, que foram colocados na BOD à mesma temperatura, por duas horas, para extração de aldeídos. Ao serem retirados da BOD, de cada erlenmeyer foi tomada uma alíquota de 0,4 mL da solução, que foi colocada em tubo de ensaio, ao qual adicionou-se 0,4 mL de solução de MBTH a 0,1%, sendo, após cinco minutos, aplicado 1,0 mL de  $\text{FeCl}_3$  a 0,23%. Cinco minutos após o tratamento com  $\text{FeCl}_3$ , foram adicionados 2,5 mL de acetona a fim de interromper a reação. A absorvância foi lida em espectrofotômetro BECKMAN modelo DU-65, a 635 nm, sendo os resultados expressos em valores de absorvância por 5 gramas de sementes; g) emergência das plântulas no campo - este teste foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa. Utilizaram-se 50 sementes de cada parcela, que foram distribuídas em sulcos de 1,0 m de comprimento e cobertas com, aproximadamente, 2,0 cm de solo, sendo o espaçamento entre sulcos de 0,30 m. A irrigação foi realizada, quando necessário. Para a determinação da percentagem de plântulas emergidas, foram computadas as plântulas que atingiram o estágio VC, ou seja, apresentavam os cotilédones acima da superfície do solo e as folhas unifolioladas com as margens não mais se tocando, de acordo com a caracterização realizada por Fehr & Caviness (1979).

Juntamente com este teste, foi determinado o índice de velocidade de emergência no campo. Para isso, foram feitas contagens do número de plântulas emergidas (plântulas que apresentavam os cotilédones ainda fechados, perpendiculares ao eixo longitudinal do hipocótilo), diariamente e no

mesmo horário, até que este número permanecesse constante. Para determinação do índice de velocidade de emergência, foi utilizada a seguinte fórmula, proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{N_1}{D_1} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

Em que: IVE = índice de velocidade de emergência;  $N_1$  = número de plantas emergidas na primeira contagem;  $D_1$  = número de dias para a primeira contagem;  $N_n$  = número de plantas emergidas na última contagem; e  $D_n$  = número de dias para a última contagem. h) sanidade - a qualidade sanitária das sementes foi avaliada, utilizando-se o teste do papel-filtro, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com modificações. Em caixas gerbox, previamente lavadas com detergente e desinfetadas com hipoclorito de sódio a 2%, contendo sete folhas de papel-filtro embebidas com água, autoclavada e tratada com estreptomicina a 100 mg por litro. Utilizaram-se duas subamostras de 25 sementes, para cada parcela. Em cada gerbox e em condições assépticas, foram distribuídas 25 sementes, previamente tratadas com álcool 70% e com hipoclorito de sódio 2%, durante um minuto cada, em seguida, lavadas com água destilada e autoclavada. As sementes foram incubadas em condições ambientais, durante 7 dias, sendo então, feita a identificação e a determinação da percentagem de sementes infectadas por fungos.

## **2.2. Análise estatística**

Os dados foram avaliados como um experimento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas. Os tratamentos alocados nas parcelas foram compostos pelos 10 materiais genéticos (sete variedades e três linhagens triplo-nulos) combinados com as três épocas de colheita (R8, R8 + 15 e R8 + 30 dias), os três períodos de armazenamento (0, 4, 8 meses) foram considerados subparcelas. Para cada teste em laboratório, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, enquanto, para os testes de campo, utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, sendo que cada repetição de armazenamento

constituiu um bloco. Os dados foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade, os quais indicaram a necessidade de transformação dos dados obtidos nos testes de sanidade e lixiviação de potássio. Estes foram, então, transformados em  $Y = \sqrt{X + 0,5}$ . A comparação entre as médias dos materiais genéticos, nos testes foi feita pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As correlações entre os dados obtidos nos testes, empregados na avaliação da qualidade das sementes antes do armazenamento (tempo zero, apenas) e a germinação em cada período de armazenamento (zero, quatro e oito meses) foram estimadas pelo coeficiente de correlação de Spearman. Todas as análises foram processadas, utilizando-se o programa SAS (SAS, 1989), procedimentos GLM e REPEATED.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os graus de umidade das sementes, determinados nos diferentes períodos de armazenamento, para cada variedade e linhagem, sem análise estatística, estão apresentados na Tabela 1.

Observa-se que, durante o período de condução do experimento, as sementes das diferentes variedades e linhagens, colhidas em três épocas (R8, 15 e 30 dias após R8), apresentaram graus médios de umidade, variando entre 10 e 12% (Tabela 1), considerados adequados à sua conservação. De acordo com Aguirre & Pesque (1992), as sementes de soja devem ser colhidas com teor de água oscilando entre 13 a 18%, posteriormente reduzido até que atinja um nível em torno de 11 a 13%, dependendo das condições de colheita e do armazenamento, para se obter sementes com alta qualidade fisiológica.

Os resultados obtidos nos diferentes testes de vigor, realizados antes do armazenamento, bem como os percentuais de germinação obtidos nos diferentes períodos de armazenamento (zero, quatro e oito meses) de sementes de soja, colhidas no estágio R8, encontram-se na Tabela 2. Observa-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ), somente, para o vigor das sementes dos diferentes materiais genéticos, avaliados na primeira contagem do teste de germinação. As sementes da variedade UFV-16 (Capinópolis) apresentaram a pior qualidade, porém não diferindo das sementes das variedades CAC-1 e Savana e da linhagem CAC-1 triplo-nulo. Após oito meses de

Tabela 1. Graus médios de umidade (base úmida), em porcentagem, determinados após cada período de armazenamento de sementes de soja colhidas em três épocas

Material genético	Período de armazenamento (meses)								
	Zero			Quatro			Oito		
	Época de colheita			Época de colheita			Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30	R8	R8 + 15	R8 + 30	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	10,85	10,89	10,75	11,79	11,85	11,83	11,57	11,55	11,49
CAC-1 triplo-nulo	10,71	10,68	10,56	11,66	11,61	11,56	11,59	11,61	11,41
FT - Cristalina	10,43	10,43	10,39	11,42	11,49	11,42	11,20	11,16	11,10
FT - Cristalina triplo-nulo	10,59	10,58	10,36	11,98	11,58	11,52	11,36	11,28	11,18
UFV – 16	10,34	10,25	10,35	11,42	11,51	11,34	11,15	11,26	11,20
UFV - 16 triplo-nulo	10,63	10,60	10,37	11,57	11,61	12,49	11,27	11,21	11,19
Doko-RC	10,46	10,50	10,45	11,61	11,68	11,45	11,36	11,25	11,12
Savana	10,25	10,19	10,14	11,31	11,45	11,16	11,08	11,04	10,97
UFV-18	10,52	10,43	10,39	11,58	11,57	11,36	11,38	11,23	11,08
UFV-19	10,63	10,58	10,57	11,72	11,75	11,07	11,37	11,29	11,12

Tabela 2. Valores médios obtidos na primeira contagem do teste de germinação (PCG) e nos testes de envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência em campo (EC), velocidade de emergência em campo (VEC) realizados antes do armazenamento e no teste de germinação de sementes de soja colhidas no estágio R8, nos respectivos períodos de armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Teste de vigor					Teste de germinação (%)		
	PCG (%)	EA (%)	CE (µS/cm/g)	EC (%)	VEC	Armazenamento (meses)		
						Zero	Quatro	Oito
CAC-1	88,25ab	82,00a	69,92a	53,00a	6,18a	89,75a	84,00a	29,75bcd
CAC-1 triplo-nulo	89,25ab	83,00a	83,07a	46,50a	5,90a	93,25a	89,50a	21,00de
FT - Cristalina	95,00a	90,50a	64,70a	60,00a	6,63a	97,25a	90,50a	35,25b
FT - Cristalina triplo-nulo	92,25a	86,75a	78,11a	40,50a	4,63a	94,00a	86,25a	33,75bc
UFV - 16	83,75b	87,50a	67,30a	51,50a	5,97a	89,75a	85,75a	27,00bcd
UFV - 16 triplo-nulo	90,75a	89,25a	70,69a	59,50a	6,31a	93,75a	90,75a	28,00bcd
Doko - RC	91,00a	83,75a	71,88a	50,50a	5,26a	92,75a	88,50a	49,50a
Savana	88,50ab	92,75a	81,88a	54,00a	5,98a	92,00a	86,50a	16,75e
UFV - 18	92,50a	86,00a	77,37a	50,00a	5,27a	95,00a	87,00a	31,00bc
UFV - 19	94,75a	86,00a	70,78a	61,00a	6,64a	98,00a	90,00a	24,75cd
CV (%)	6,75	13,20	8,30	25,75	20,74	8,57	8,57	8,57

<sup>1/</sup> Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

armazenamento (Tabela 2), as sementes das variedades Doko-RC e Savana mostraram-se como sendo as de melhor e pior qualidade fisiológica, respectivamente, avaliadas pelo teste de germinação.

Segundo França Neto & Krzyzanowski (2000), as variedades de soja Doko e Savana têm sido utilizadas como exemplos de materiais genéticos, que apresentam elevada e baixa qualidade das sementes, respectivamente. Atribuíram a superioridade das sementes da variedade Doko à característica de tolerância aos danos mecânicos e à deterioração por umidade. Alvarez et al. (1997) demonstraram que tal superioridade de qualidade de sementes da variedade Doko é atribuída ao maior conteúdo de lignina no tegumento de suas sementes, que mostraram índices acima de 6,0%, ao passo que as sementes da variedade Savana apresentaram pouco mais de 4,0%. Uma vez que a ocorrência de danos mecânicos às sementes, principalmente durante a operação de colheita e trilha, é o fator que mais afeta a qualidade das sementes de soja, a seleção de genótipos de soja com elevados percentuais de lignina apresenta-se como uma técnica promissora passível e utilização em programas de melhoramento genético para elevada qualidade de sementes (Alvarez et al., 1997).

Na Tabela 3, observa-se que com o retardamento de colheita das sementes de 15 dias após R8, quase todos os testes de vigor, exceto a velocidade de emergência no campo, foram sensíveis para separar, em níveis de vigor, as sementes dos diferentes materiais estudados. A indicação das sementes de alto e baixo vigor variou, em função do teste empregado, concordando com os resultados obtidos por Freitas (1999). Esse autor afirma que alterações na ordenação das sementes, quanto ao vigor, podem ocorrer em função do teste, pois, diferentes testes avaliam diferentes componentes do vigor de sementes. Assim, um determinado material pode apresentar maior tolerância à condição de estresse e não apresentar velocidade na emissão da radícula. Estes fatos devem ser considerados na interpretação dos resultados do teste de vigor, que permite destacar a importância da utilização de vários testes para avaliação do vigor de sementes, pois, dependendo do método adotado, as informações podem ser distintas (Marcos Filho, 1999).

Observa-se que, em geral, todos os testes utilizados na avaliação do vigor de sementes antes do armazenamento, como também o percentual de germinação das sementes nos períodos de zero, quatro e oito meses de

armazenamento (Tabela 3) mostram inferioridade na qualidade das sementes da variedade Savana. Segundo França Neto & Krzyzanowski (2000), o cultivar Savana, apesar de ser extremamente produtivo, produz sementes altamente suscetíveis a danos mecânicos e à deterioração por umidade, tornando praticamente impossível a produção de sementes de alta qualidade.

Na Tabela 4, observa-se que todos os testes utilizados para determinar o vigor das sementes colhidas aos 30 dias após o estágio R8 foram sensíveis, para separar, em níveis de vigor, as sementes dos diferentes materiais estudados. Houve variação na indicação das sementes de mais alto e baixo vigor, em função do teste empregado. Os dados da Tabela 4 permitem, ainda, a obtenção de algumas informações importantes, quando se comparam os resultados de vigor e germinação entre as variedades e suas respectivas linhagens triplo-nulos. Observa-se que, em todos os testes utilizados, a linhagem CAC-1 triplo-nulo apresentou sementes com qualidade inferior às da variedade CAC-1 da qual se originou. As sementes das linhagens FT-Cristalina triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo também apresentaram inferioridade no vigor das sementes, avaliado nos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, quando comparadas com as sementes das variedades FT-Cristalina e UFV-16 (Capinópolis), respectivamente.

Uma análise comparativa entre os resultados, apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4, mostra que, com o retardamento da colheita, os testes utilizados tornaram-se mais sensíveis para separar as sementes dos diferentes materiais genéticos, quanto à sua qualidade fisiológica, em consequência da deterioração causada pelo retardamento da colheita. Segundo França Neto & Krzyzanowski (2000), o retardamento de colheita está sendo utilizado em programas de melhoramento genético, para identificação de genótipos com boa qualidade de sementes. A utilização desses métodos tem propiciado o desenvolvimento de linhagens e cultivares, que produzem sementes de melhor qualidade, por apresentarem maior tolerância à deterioração no campo e no armazém, além de serem mais resistentes a danos mecânicos (França Neto e Krzyzanowski, 2000).

Nota-se, ainda, que as sementes dos materiais triplo-nulos foram mais sensíveis aos efeitos do retardamento de colheita do que as variedades (Tabelas 2, 3 e 4). Este resultado concorda com aqueles obtidos por Dias (1999). Trabalhando com as variedades CAC-1 e Doko-RC e suas respectivas linhagens triplo-nulos, esse autor observou que as sementes dos materiais

Tabela 3. Valores médios obtidos na primeira contagem do teste de germinação (PCG) e nos testes de envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência em campo (EC), velocidade de emergência em campo (VEC) realizados antes do armazenamento e no teste de germinação de sementes de soja colhidas aos 15 dias após o estágio R8, nos respectivos períodos de armazenamento. Ano agrícola 2000/01<sup>1/</sup>

Material genético	Teste de vigor					Teste de germinação (%)		
	PCG (%)	EA (%)	CE (µS/cm/g)	EC (%)	VEC	Armazenamento (meses)		
						Zero	Quatro	Oito
CAC-1	96,25a	86,00abc	74,54ab	57,00a	6,46a	96,75a	91,25a	23,50b
CAC-1 triplo-nulo	91,00ab	78,50bcde	99,39c	62,50a	6,44a	92,50abc	85,50ab	21,75bc
FT – Cristalina	97,25a	92,00a	82,34abc	52,00ab	6,27a	97,25a	91,00ab	33,50a
FT - Cristalina triplo-nulo	94,00a	77,25bcde	91,76bc	41,50ab	5,46a	95,75ab	85,25ab	23,00b
UFV – 16	86,75bc	71,50de	86,75abc	40,50ab	5,27a	87,25bc	84,50ab	6,50de
UFV - 16 triplo-nulo	92,25ab	69,50e	87,48abc	49,00ab	5,82a	93,25ab	81,75b	13,50cd
DoKo – RC	95,75a	88,75ab	67,58a	55,50ab	5,92a	97,25a	90,25ab	21,25bc
Savana	81,50c	76,25cde	97,63c	34,00b	4,38a	83,50c	70,75c	3,00e
UFV – 18	92,25ab	82,00abcd	87,64abc	50,00ab	5,51a	92,25abc	83,75ab	3,50e
UFV – 19	94,25a	76,00cde	71,51ab	57,00a	6,51a	95,50ab	86,50ab	13,50cd
CV (%)	6,75	13,20	8,30	25,75	20,74	8,57	8,57	8,57

<sup>1/</sup> Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios obtidos na primeira contagem do teste de germinação (PCG) e nos testes de envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência em campo (EC), velocidade de emergência em campo (VEC) realizados antes do armazenamento e no teste de germinação de sementes de soja colhidas aos 30 dias após o estágio R8, nos respectivos períodos de armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Teste de vigor					Teste de germinação (%)		
	PCG (%)	EA (%)	CE (μS/cm/g)	EC (%)	VEC	Armazenamento (meses)		
						Zero	Quatro	Oito
CAC-1	91,25ab	83,75a	95,78ab	54,50a	6,59a	93,00ab	88,00ab	14,25a
CAC-1 triplo-nulo	75,50e	42,25d	129,19de	26,50c	3,35b	79,25cde	54,25fg	1,25c
FT - Cristalina	97,50a	92,25a	94,18ab	55,00a	6,58a	97,75a	91,75a	7,25abc
FT - Cristalina triplo-nulo	94,25ab	71,75b	120,18cd	46,50abc	4,98ab	94,75ab	86,25abc	7,25abc
UFV – 16	72,75ef	56,25c	89,78a	30,50bc	3,23b	73,50de	80,00bc	1,00c
UFV - 16 triplo-nulo	77,75de	38,50d	105,34abc	30,00bc	3,51b	79,75cd	59,75ef	8,50abc
Doko – RC	88,50bc	64,25bc	91,71a	55,50a	6,39a	89,50ab	77,25cd	3,00bc
Savana	68,50f	44,00d	142,65e	29,50bc	3,08b	70,25e	50,25g	0,50c
UFV – 18	83,00cd	64,50bc	114,29bcd	50,50ab	5,50ab	86,50cd	66,00e	0,50c
UFV – 19	74,00ef	59,50c	96,65ab	39,50abc	4,27ab	78,00cde	68,25de	10,75ab
CV (%)	6,75	13,20	8,30	25,75	20,74	8,57	8,57	8,57

<sup>1/</sup> Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

triplo-nulos foram mais sensíveis aos efeitos do retardamento da colheita do que as das variedades, sugerindo, portanto, que a presença de lipoxigenases nas sementes pode estar relacionada com a tolerância à deterioração no campo, causada pelo retardamento da colheita.

No teste de sanidade, em virtude da baixa incidência dos outros gêneros de fungos infectando as sementes de soja no presente trabalho, foram considerados, para análise, apenas os dados de presença de *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. e total de fungos nas sementes colhidas no estágio R8 (Tabela 5), R8+15 (Tabela 6) e R8+30 (tabela 7). Observa-se que a ocorrência de *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp. e totais de fungos, em quase todos os materiais genéticos, foram menores em sementes colhidas no estágio R8 (Tabela 5), com tendência a maiores porcentagens nas sementes colhidas 30 dias após esse estágio (Tabela 7). De acordo com Braccini et al. (1994), o retardamento da colheita provocou maior incidência do total de fungos e bactérias e de *Phomopsis* sp., em sementes de todas as variedades e linhagens, contudo, com diferenças no grau de tolerância à infecção das sementes entre os materiais genéticos.

As sementes da variedade UFV-16 (Capinópolis), colhidas aos 30 dias após o estágio R8, apresentaram as maiores porcentagens de infecção por *Phomopsis* spp. e total de fungos, dentre todos os materiais genéticos estudados, apresentando valores de 30,30 e 59,25%, respectivamente (Tabela 7). Isto pode ter ocorrido como consequência das condições climáticas, durante o período de permanência das plantas no campo, após o estágio R8 (Dhingra et al., 1979) bem como devido ao ciclo mais curto deste material, o que favorece a infecção das sementes por *Phomopsis* spp., principalmente quando sua maturação coincide com períodos chuvosos (Dhingra et al., 1979; Tekrony et al., 1984).

Observa-se também (Tabelas 5, 6 e 7) que a ocorrência de *Aspergillus* spp. nas sementes de soja, não apresentou alterações em seus valores de acordo com o retardamento da colheita. Isso se deve ao fato de este gênero ser classificado como fungos de armazenamento, que são adaptados a ambientes com baixa umidade, podendo se desenvolver em produtos agrícolas armazenados em ambiente com umidade relativa do ar de 65 a 90%, e na ausência de água livre (Napoleão, 1997), apresentando, assim, baixa incidência no campo, uma vez que as condições climáticas não são favoráveis

Tabela 5. Valores médios de percentagem de sementes infectadas por *Phomopsis* spp. (PHO), *Fusarium* spp. (FUS), *Aspergillus* spp. (ASP) e fungos totais (FT) avaliados antes do armazenamento e da germinação de sementes de soja colhidas no estádio R8, nos respectivos períodos de armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Teste de sanidade <sup>2</sup>				Teste de germinação (%)		
	PHO	FUS	ASP	FT	Armazenamento (meses)		
					Zero	Quatro	Oito
CAC-1	0,0041a	4,7441abc	1,6904a	7,4524ab	89,75a	84,00a	29,75bcd
CAC-1 triplo-nulo	0,0041a	2,4584abc	1,9336a	7,2284ab	93,25a	89,50a	21,00de
FT – Cristalina	0,0041a	1,1384a	1,6904a	2,8124a	97,25a	90,50a	35,25b
FT – Cristalina triplo-nulo	0,0041a	2,4584abc	1,6904a	6,1564ab	94,00a	86,25a	33,75bc
UFV – 16	0,0041a	1,3225ab	0,7996a	2,5276a	89,75a	85,75a	27,00bcd
UFV - 16 triplo-nulo	0,0041a	2,0600abc	1,2956a	8,6809ab	93,75a	90,75a	28,00bcd
Doko – RC	0,0041a	8,7416c	1,2956a	14,4769b	92,75a	88,50a	49,50a
Savana	0,0041a	7,3400bc	0,8689a	10,9921ab	92,00a	86,50a	16,75e
UFV – 18	0,0041a	3,1481abc	0,6236a	10,9921ab	95,00a	87,00a	31,00bc
UFV – 19	0,0041a	1,7500ab	0,0041a	4,7441ab	98,00a	90,00a	24,75cd
CV (%)	39,01	34,29	57,29	27,93	8,57	8,57	8,57

<sup>1/</sup> Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 6. Valores médios de percentagem de sementes infectadas por *Phomopsis* spp. (PHO), *Fusarium* spp. (FUS), *Aspergillus* spp. (ASP) e fungos totais (FT) avaliados antes do armazenamento e da germinação de sementes de soja colhidas aos 15 dias após o estágio R8, nos respectivos períodos de armazenamento<sup>1</sup>

Material genético	Teste de sanidade <sup>2</sup>				Teste de germinação (%)		
	PHO	FUS	ASP	FT	Armazenamento (meses)		
					Zero	Quatro	Oito
CAC-1	0,3649a	3,3416ab	0,7996a	5,9009a	96,75a	91,25a	23,50b
CAC-1 triplo-nulo	1,3496a	8,8636bc	1,0876a	15,0236ab	92,50abc	85,50ab	21,75bc
FT – Cristalina	0,7996a	1,7500c	0,0041a	6,2600a	97,25a	91,00ab	33,50a
FT - Cristalina triplo-nulo	0,0041a	4,9756ab	0,3649a	7,9681a	95,75ab	85,25ab	23,00b
UFV – 16	6,6824b	15,1025c	0,3649a	26,6441b	87,25bc	84,50ab	6,50de
UFV - 16 triplo-nulo	0,7996a	6,8441abc	1,1384a	18,2489ab	93,25ab	81,75b	13,50cd
Doko – RC	0,3649a	2,0600ab	0,0041a	6,8441a	97,25a	90,25ab	21,25bc
Savana	0,0365a	8,8636bc	0,0041a	11,2649ab	83,50c	70,75c	3,00e
UFV – 18	1,1384a	4,6529ab	0,3649a	7,3400a	92,25abc	83,75ab	3,50e
UFV – 19	0,7996a	6,8441abc	0,0041a	9,9329b	95,50ab	86,50ab	13,50cd
CV (%)	39,01	34,29	57,29	27,93	8,57	8,57	8,57

<sup>1</sup> Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 7. Valores médios de percentagem de sementes infectadas por *Phomopsis* spp. (PHO), *Fusarium* spp. (FUS), *Aspergillus* spp. (ASP) e fungos totais (FT) avaliados antes do armazenamento e da germinação de sementes de soja colhidas aos 30 dias após o estágio R8, nos respectivos períodos de armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Teste de sanidade <sup>2</sup>				Teste de germinação (%)		
	PHO	FUS	ASP	FT	Armazenamento (meses)		
					Zero	Quatro	Oito
CAC-1	0,0041a	18,1624ab	0,3649a	24,2009a	93,00ab	88,00ab	14,25a
CAC-1 triplo-nulo	2,1569bcd	16,4744ab	0,0041a	25,5100a	79,25cde	54,25fg	1,25c
FT - Cristalina	0,7996abc	12,8956aba	0,0041a	16,0649a	97,75a	91,75a	7,25abc
FT - Cristalina triplo-nulo	0,7996abc	10,8569a	0,0041a	19,4809a	94,75ab	86,25abc	7,25abc
UFV – 16	30,3025e	24,9016b	0,3649a	59,2529b	73,50de	80,00bc	1,00c
UFV - 16 triplo-nulo	4,5625d	11,8904a	0,6236a	27,0625a	79,75cd	59,75ef	8,50abc
Doko – RC	0,3649ab	9,2344a	0,3649a	15,0236a	89,50ab	77,25cd	3,00bc
Savana	1,1384abc	12,3164ab	0,6236a	16,5569a	70,25e	50,25g	0,50c
UFV – 18	0,0041a	7,7944a	1,2956a	12,6769a	86,50cd	66,00e	0,50c
UFV – 19	2,8489cd	12,8956ab	1,4881a	23,6081a	78,00cde	68,25de	10,75ab
CV (%)	39,01	34,29	57,29	27,93	8,57	8,57	8,57

<sup>1/</sup> Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

ao seu desenvolvimento. Os fungos que infectam as sementes, no campo, antes da colheita requerem para seu crescimento, uma umidade relativa do ar em torno de 90 a 95%, o que mantém o grau de umidade das sementes, ou grãos, em torno de 20 a 25% (base úmida).

A análise de variância dos dados de lixiviação de potássio e produção de aldeídos totais nas sementes de soja, revelou efeito não significativo da interação material genético x época de colheita. Este resultado não concorda os aqueles obtidos por Resende (1993), que, estudando oito variedades de soja, observou efeito significativo para a variável produção de aldeídos totais nas sementes. O referido autor observou também diferenças nos níveis de aldeídos totais entre as três épocas de colheita, concordando com observações encontradas por Reis et al. (1989), Castro (1989) e Vidal (1991), os quais verificaram que o efeito do retardamento da colheita é responsável pelo aumento no teor de aldeídos totais de sementes de soja.

A comparação entre as médias dos dez materiais genéticos, quanto à lixiviação de potássio e produção de aldeídos totais nas sementes de soja, colhidas em três diferentes épocas, estão apresentadas na Tabela 8. Verifica-se que não houve diferenças ( $P < 0,05$ ) entre as sementes dos dez materiais estudados, tanto no teor de potássio lixiviado quanto na produção de aldeídos totais.

O teste de lixiviação de potássio tem sido citado, por alguns autores, como um teste relevante para discriminar o potencial fisiológico de lotes de sementes (Marcos Filho, 1979; Marcos Filho et al., 1982; Dias, 1994; Custódio, 1995).

Castro et al. (1988) verificaram uma associação entre a produção de aldeídos voláteis, liberados durante a fase inicial de germinação, e o baixo vigor de sementes de soja. Sementes de qualidade inferior produziram maior quantidade de aldeído. Esses autores sugerem a determinação do aldeído n-hexanal em sementes embebidas, como um método promissor para avaliar o vigor de sementes de soja. Os resultados encontrados no presente trabalho não estão de acordo com as observações feitas por Castro et al. (1988). No presente trabalho, não houve diferenças entre as sementes dos dez materiais estudados quanto à produção de aldeídos totais, evidenciando, portanto, a impossibilidade de uma associação entre a produção de aldeídos totais e o vigor das sementes.

Tabela 8. Valores médios obtidos no teste de lixiviação de potássio, determinação do conteúdo de aldeídos totais e no teste de germinação de sementes de soja colhidas no estágio R8, 15 e 30 dias após R8, nos respectivos períodos de armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Lixiviação de potássio (mg/g sementes) <sup>2</sup>	Determinação do conteúdo de aldeídos totais (nm/g sementes)	Teste de germinação (%)		
			Armazenamento (meses)		
			Zero	Quatro	Oito
CAC-1	0,3281a	0,6000a	93,17abc	87,75ab	22,50a
CAC-1 triplo-nulo	0,2569a	0,6383a	88,33cd	76,50e	14,67c
FT – Cristalina	0,3836a	0,6158a	97,42a	91,08a	25,33a
FT - Cristalina triplo-nulo	0,3464a	0,7067a	94,83ab	85,92abc	21,33ab
UFV – 16	0,2921a	0,6858a	83,50de	83,42bcd	11,50cd
UFV - 16 triplo-nulo	0,2744a	0,6450a	88,92cd	77,42e	16,67bc
Doko – RC	0,2921a	-	93,17abc	85,33bc	24,58a
Savana	0,2569a	-	81,92e	69,17f	6,75d
UFV – 18	0,3464a	-	91,25bc	78,92de	11,67cd
UFV – 19	0,3100a	-	90,50bc	81,58cde	16,33bc
CV (%)	8,67	29,10			

<sup>1/</sup> Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Para avaliar o potencial de armazenamento das sementes de soja, colhidas em três épocas, estimaram-se os coeficientes de correlação de Spearman, entre os testes para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária, realizados antes do armazenamento, e os percentuais de germinação obtidos antes do armazenamento (zero) e após quatro e oito meses de armazenamento (Tabela 9).

Os resultados obtidos nos diferentes testes, empregados para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes, apresentaram diferentes graus de significância dos coeficientes de correlação com a germinação, variando de acordo com o período de armazenamento (Tabela 9). Esses resultados confirmam a observação feita por Marcos Filho (1999), segundo o qual a eficiência dos testes de vigor depende da escolha adequada do método, em função dos objetivos pretendidos, pois, nem sempre o teste mais indicado para avaliar o potencial de emergência das plântulas em campo é o mais adequado para detectar diferenças entre o potencial de armazenamento dos lotes de determinada espécie.

Os dados da primeira contagem (avaliação feita aos 5 dias após a montagem do teste de germinação) apresentaram correlação positiva e significativa ( $P < 0,01$ ) com a germinação final no início do armazenamento (zero) para as sementes colhidas nos estádios R8 e, aos 15 e 30 dias após este estágio (Tabela 9). Provavelmente, isto ocorreu por que esta avaliação foi feita em conjunto com o teste de germinação, ou seja, nas mesmas condições e seguem os mesmos parâmetros para avaliação, com a diferença que, na primeira contagem, estão sendo computadas somente aquelas sementes que apresentaram germinação mais rápida. Verifica-se ainda, que os dados desta avaliação apresentaram correlações significativas ( $P < 0,01$ ) com a germinação das sementes, colhidas aos 15 dias após R8 e, armazenadas por quatro e oito meses, e significativa ( $P < 0,05$ ) para as sementes colhidas aos 30 dias após R8 e armazenadas por quatro meses.

Os percentuais de germinação, obtidos após o teste de envelhecimento acelerado (Tabela 9), apresentaram correlações positivas e significativas ( $P < 0,05$ ) e ( $P < 0,01$ ) com o percentual de germinação das sementes colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8, respectivamente, avaliados antes do armazenamento das sementes (zero) e após quatro meses de armazenamento. Maiores percentuais de germinação, após o envelhecimento acelerado, estão

Tabela 9. Estimativa dos coeficientes de correlação entre os testes para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja colhidas em três épocas, realizados antes do armazenamento, e a germinação em diferentes períodos de armazenamento<sup>1/</sup>

Testes	Época de colheita	Meses de armazenamento		
		Zero	Quatro	Oito
Primeira contagem	R8	0,9483**	0,6121	0,4667
	R8 + 15	0,9451**	0,8511**	0,7713**
	R8 +30	1,000**	0,7333*	0,4329
Envelhecimento acelerado	R8	0,1646	0,2675	-0,1277
	R8 + 15	0,6443*	0,6848*	0,5775
	R8 +30	0,7818**	0,8424**	0,2744
Condutividade elétrica	R8	0,0122	-0,0667	-0,3697
	R8 + 15	-0,6444*	-0,6364*	-0,2614
	R8 +30	-0,2364	-0,6606*	-0,2866
Emergência no campo	R8	0,2553	0,4667	-0,1879
	R8 + 15	0,5000	0,7173*	0,5274
	R8 +30	0,7455*	0,7454*	0,2866
Velocidade de emergência no campo	R8	0,2614	0,4545	-0,3212
	R8 + 15	0,5836	0,7576*	0,5714
	R8 +30	0,8667**	0,7212*	0,5122
Lixiviação de potássio	R8	0,5610	0,1094	0,7173*
	R8 + 15	0,5410	0,3212	0,5957
	R8 +30	0,4233	0,5338	0,1049
Determinação do conteúdo de aldeídos totais	R8	-0,2464	-0,7589	0,2732
	R8 + 15	-0,9429**	-0,8286*	-1,000**
	R8 +30	0,5429	0,0857	-0,2319
<i>Phomopsis</i> spp.	R8	(-)	(-)	(-)
	R8 + 15	-0,4689	-0,1995	-0,3251
	R8 +30	-0,6342*	-0,3293	-0,0092
<i>Fusarium</i> spp.	R8	-0,3920	-0,2831	0,0862
	R8 + 15	-0,8712**	-0,6545*	-0,6381*
	R8 +30	-0,2134	0,2683	0,1840
<i>Aspergillus</i> spp.	R8	0,0526	0,1358	0,4384
	R8 + 15	-0,2097	-0,1267	0,1493
	R8 +30	-0,5298	-0,4550	-0,0470
Fungos totais	R8	-0,1437	0,0610	0,1646
	R8 + 15	-0,7903**	-0,7576*	-0,6626*
	R8 +30	-0,3939	-0,0788	0,3049

<sup>1/</sup> \*\* e \* significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t.  
(-) não foi possível determinar o coeficiente de correlação.

relacionados a maiores percentagens de germinação das sementes. Este teste apresenta-se eficiente para predizer a percentagem de germinação das sementes, colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8, após quatro meses de armazenamento.

Na Tabela 9, observa-se ainda que a eficiência do teste de envelhecimento acelerado, para predizer a percentagem de germinação das sementes antes do armazenamento e após quatro meses de armazenamento, foi maior com o retardamento da colheita. Provavelmente, isso é devido ao fato que, com a permanência das sementes por 15 e 30 dias no campo, em condições adversas, houve uma seleção dos materiais com características genéticas, que permitem suportar condições de alta temperatura e umidade.

Vários trabalhos têm apontado este teste como o mais promissor, para predizer o potencial de armazenamento das sementes. Lago (1985), avaliando a eficiência de diversos testes de vigor, na predição do armazenamento de sementes de algodão, observou que, em sementes tratadas com fungicidas, o teste de envelhecimento acelerado foi o mais eficaz, destacando-se dos demais. Medina & Marcos Filho (1990) verificaram que os testes de envelhecimento acelerado e frio com solo apresentaram maior relação com o potencial de armazenamento das sementes de milho e com a emergência das plântulas em campo. Andrade et al. (1994) verificaram que o teste de envelhecimento acelerado forneceu uma estimativa do potencial de armazenamento das sementes de sorgo, após 15 meses de armazenamento.

Observa-se na Tabela 9, uma correlação negativa e significativa ( $P < 0,05$ ) da condutividade elétrica das sementes, colhidas aos 15 dias após o estágio R8, com o percentual de germinação das sementes antes do armazenamento (zero) e após quatro meses de armazenamento. As sementes, colhidas aos 30 dias após R8, apresentaram correlação negativa e significativa com a germinação das sementes armazenadas por quatro meses.

Os dados de emergência no campo e velocidade de emergência apresentaram coeficientes de correlação semelhantes (Tabela 9). Verificam-se correlações positivas e significativas para as sementes colhidas na segunda (15 dias após R8) e terceira épocas (30 dias após R8) com o percentual de germinação das sementes armazenadas por quatro meses, e antes do armazenamento (zero) para as sementes colhidas aos 30 dias após R8.

Os coeficientes de correlação entre a determinação do conteúdo de aldeídos totais e a porcentagem de sementes infectadas por *Fusarium* spp., e fungos totais com a germinação foram semelhantes, apresentando correlações negativas e significativas para as sementes colhidas 15 dias após o estágio R8, nos três períodos de armazenamento.

#### 4. CONCLUSÕES

A deterioração causada pelo retardamento da colheita interferiu, positivamente, na sensibilidade dos testes utilizados para separar as sementes quanto à qualidade fisiológica.

As linhagens triplo-nulos apresentaram sementes com maior sensibilidade aos efeitos do retardamento de colheita do que as variedades das quais se originaram.

A ocorrência de *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp. e totais de fungos tendeu a maiores porcentagens nas sementes colhidas aos 30 dias após o estágio R8, com diferenças no grau de tolerância à infecção das sementes entre os materiais genéticos.

As sementes da variedade UFV-16 apresentaram os maiores percentuais de *Phomopsis* spp. e totais de fungos, com o retardamento da colheita.

A primeira contagem, do teste de germinação, apresentou o maior número de coeficientes de correlação significativos com a germinação das sementes nas três épocas de colheita e nos três períodos de armazenamento.

O envelhecimento acelerado foi eficiente para predizer o potencial de germinação das sementes, colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8 e armazenadas por quatro meses.

#### 5. REFERÊNCIAS

AGUIRRE, R.; PESKE, S.T. **Manual para el beneficio de semillas**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1992. 247p.

- ALVAREZ, P.J.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MANDARINO, J.M.; FRANÇA NETO, J.B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.25, n.2, p.209-214, 1997.
- ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T.; BORBA, C.S.; OLIVEIRA, A.C. Testes de vigor em sementes de sorgo para predizer o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.16, n.1, p.102-106, 1994.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA T. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária 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: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CASTRO, C.A.S. **Evolução de hexanal e de aldeídos totais como índices para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill)**. Viçosa, MG: UFV, 1989. 114p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- CASTRO, C.A.S.; SEDIYAMA, C.S.; MOREIRA, M.A.; SILVA, R.F.; RESENDE, S.T.; SEDIYAMA, T.; ROCHA, V.S. Liberação do aldeído –hexanal como índice para estimar o vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.35, n.202, p.569-577, 1988.
- CUSTÓDIO C.C. **Estudo do teste de lixiviação de potássio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1995. 115P. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). ESALQ, 1995.
- 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.427-452, 1973.
- DHINGRA, O.D.; SEDIYAMA, T.; REIS, M.S.; SILVA, J.G. Variability in soybean cultivars to seed infection by *Phomopsis sojae* and other fungi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.4, n.1, p.01-04, 1979.
- DIAS, A.C.P. **Atividade de lipoxigenases durante a germinação e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). UFV, 1999.
- DIAS, D.C.F.S. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, SP: ESALQ, 1994. 136p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia). ESALQ, 1994.

- EMBRAPA. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento e da Reforma Agrária. Serviço de produção de sementes básicas. **Padrões estaduais de sementes**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1993. 47p.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, Cooperative Extension Service, 1979. 12p.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Tecnologia de sementes e o melhoramento de plantas. In: BORÉM, A.; DEL GIÚDICE, M.P.; DIAS, D.C.F.S & MANTOVANI-ALVARENGA, E. **Biotecnologia e produção de sementes**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 75-101.
- FREITAS, R.A. **Testes para avaliação da qualidade de sementes do algodoeiro e suas relações com o potencial de armazenamento e emergência das plântulas em campo**. Viçosa, MG, 76p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). UFV, 1999.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- LAGO, A.A. Testes de armazenabilidade para sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.7, n.2, p.63-84, 1985.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (*Glycine Max (L.) Merrill*)**. Piracicaba: ESALQ, 1979. 180p. (Livre-Docência) ESALQ, 1979.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. & FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de sementes, 1999. Cap.1.
- MARCOS FILHO, J. ;AMORIM, H.V.; SILVAROLA, M.B.; PESCARIN, H.M.C. Reação entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. **Anais**. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1982. p.676-683.
- MEDINA, P.F.; MARCOS Filho, J. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays L.*). **Anais Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.47, n.1, p.47-70, 1990.
- NAPOLEÃO, I.T.O. **Associação de *Aspergillus spp.* com soja (*Glycine max (L.) Merrill*) armazenada e qualidade de óleo**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 50P. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade Federal de Viçosa, 1997.

- OLIVEIRA, J.A. de. **Correlação entre a evolução de hexanal e de aldeídos totais, a lixiviação de íons e o potencial de germinação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 79p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- PEREIRA, G.F.A.; MACHADO, J.C.; SILVA, R.L.X.; OLIVEIRA, S.M.A. Fungos de armazenamento em lotes de sementes de soja descartados no estado de Minas Gerais na safra 1989/90. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.6, n.2, p.216-219, 1994.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1977. 289p.
- REIS, W.J.P.; ROCHA, V.S.; RESENDE, S.T.; MOREIRA, M.A.; SEDIYAMA, C.S. Correlação entre a evolução de n-hexanal e de aldeídos totais e a germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.36, n.203, p.27-37, 1989.
- 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**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 115p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- 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.
- ROOS, E.E. Precepts of successful seed storage. In: ANNUAL MEETINGS OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY AND CROP SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1984, Las Vegas, NV. **Symposium...** Madison: CSSA, 1986. p.1-25. (CSSA Special Publication Number, 11).
- SANTOS, I.C.; REIS W.J.P.; MOREIRA, M.A.; REZENDE, S.T.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, C.S. Determinação de aldeídos totais para avaliar o potencial de germinação de sementes de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.40, n.231, p.438-444, 1993.
- SAS Institute. **Statistical user' s guide**, version 6, fourth edition, volume 2 Cary, NC: SAS Institute Inc, 1989. 846p.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; BALLE, J.; TOMES, L.; STUCKEY, R.E. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis* sp. seed infection. **Crop Science**, Madison, v.24, n.1, p.189-193, 1984.
- VIDAL, R.M.R. **Alguns aspectos bioquímicos relacionados com a germinação e o vigor de sementes de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill)**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 88p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, 1991.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Cap.4.

WILSON JR., D.O. The storage of orthodox seeds. In: BASRA, A.S. (Ed.). **Seed Quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1995. p.173-207.

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

## CONCLUSÕES FINAIS

A atividade das lipoxigenases durante a germinação das sementes, colhidas no estágio R8 e aos 15 e 30 dias após este estágio, foi influenciada pelo período de armazenamento, apresentando, em geral, atividade menor na maioria das avaliações (dias de germinação), para as sementes armazenadas por oito meses.

As linhagens triplo-nulos apresentaram sementes com maior sensibilidade aos efeitos do retardamento de colheita, em comparação com as variedades das quais se originaram.

As variedades CAC-1 e FT-Cristalina destacaram-se como as mais tolerantes ao retardamento de colheita das sementes, quanto à germinação e vigor avaliados pelo teste de envelhecimento acelerado.

A ocorrência de *Phomopsis* spp. *Fusarium* spp. e totais de fungos tendeu a maiores percentagens, nas sementes colhidas aos 30 dias após o estágio R8, com diferenças no grau de tolerância à infecção das sementes entre os materiais genéticos.

Nas condições de campo mais próximas às ideais, os resultados de emergência das plântulas apresentaram a maior correlação com o teste de germinação, em todas as épocas de colheita.

O envelhecimento acelerado foi eficiente para predizer o potencial de germinação das sementes, colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8 e armazenadas por quatro meses.

## APÉNDICE

## APÊNDICE

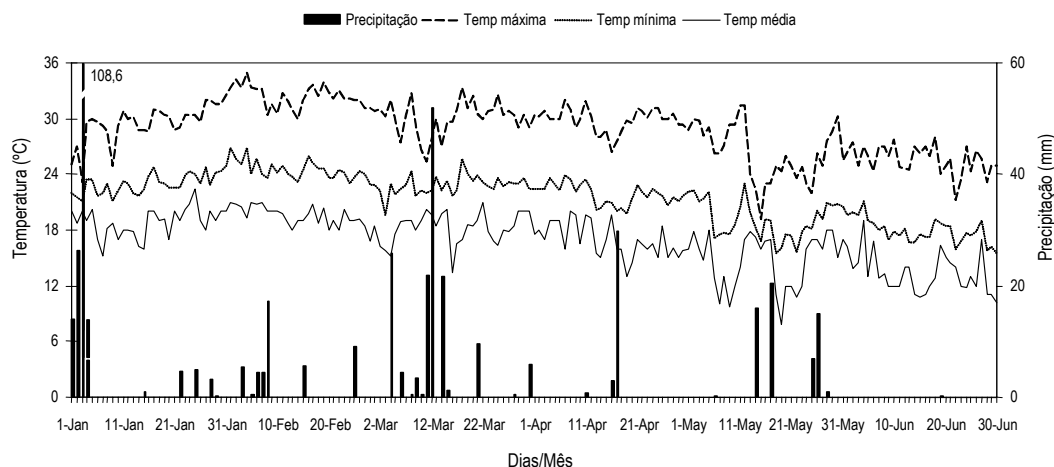


Figura 1A. Dados diários de temperatura máxima, mínima e média (°C) e precipitação (mm), durante o ciclo da soja, ano agrícola 2000/01, Viçosa-MG.

Tabela 1A. Data da colheita de sementes de soja. Viçosa, ano agrícola 2000/01

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8+15	R8 +30
CAC-1	22/05/01	06/06/01	21/06/01
CAC-1 triplo-nulo	21/05/01	05/06/01	20/06/01
FT-Cristalina	22/05/01	06/06/01	21/06/01
FT-Cristalina triplo-nulo	22/05/01	06/06/01	21/06/01
UFV-16	10/05/01	25/05/01	09/06/01
UFV-16 triplo-nulo	22/05/01	06/06/01	21/06/01
Doko-RC	28/05/01	12/06/01	27/06/01
Savana	28/05/01	12/06/01	27/06/01
UFV-18	28/05/01	12/06/01	27/06/01
UFV-19	19/05/01	03/06/01	18/06/01

Data de plantio:08 /01/2001.

Tabela 2A. Dados médios de temperatura durante a condução do teste de emergência no campo de sementes de soja em três épocas

Dias após semeadura	Setembro /01	Janeiro/02	Mairo/02
01	18,92	23,22	20,00
02	18,36	24,08	21,38
03	19,14	23,76	18,14
04	19,38	22,80	17,70
05	20,94	21,28	14,72
06	20,66	23,32	15,98
07	18,56	23,40	14,94
08	18,68	24,78	16,18
09	20,92	22,88	17,32
10	20,94	23,34	16,46
11	22,16	23,52	16,60
12	16,32	22,40	18,00
13	19,52	18,92	17,76
14	20,06	21,24	17,96
15	19,92	22,80	16,82
16	18,92	22,66	16,88
17	14,76	22,04	16,36
18	15,48	21,92	16,84
19	16,40	22,72	16,84
20	17,22	22,72	17,86
Médias	18,86	22,69	17,24

Tabela 3A. Resumo das análises de variância dos dados obtidos na primeira contagem (PCG), teste de germinação (TG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência no campo (EC), velocidade de emergência em campo (VEC) e lixiviação de potássio (LIX), de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		PCG	TG	EA	CE	EC	VEC	LIX
Material genético (MG)	9	563,54**	1.091,19**	1.222,38**	9.156,10**	923,84**	19,07**	0,3078**
Época de colheita (EC)	2	2.449,65**	8.386,08**	18.031,30**	74.487,17**	9.237,74**	244,85**	1,0626**
MG x EC	18	208,12**	201,64**	559,76**	1.123,90**	300,68**	6,005**	0,0896
Erro (a)	90	14,50	29,22	33,28	132,78	94,05	1,327	0,0697
Armazenamento (A)	2	283.776,80**	191.942,20**	185.199,20**	463.585,20**	114.150,70**	3.429,71**	12,226**
A x MG	18	161,85**	71,24**	350,22**	1.326,08**	194,39*	5,943**	0,1263*
A x EC	4	616,50**	716,06**	5.705,13**	2.890,82**	2.539,56**	120,94**	0,2257*
A x MG x EC	36	89,35**	166,66**	174,54**	169,22*	202,02**	3,812**	0,0673
Erro (b)	180	9,47	17,79	26,82	98,78	104,14	1,407	0,0723
Médias		56,44	63,05	43,71	138,80	37,66	5,55	0,6792
CV a (%)		6,75	8,57	13,20	8,30	25,75	20,74	38,86
CV b (%)		5,45	6,69	11,85	7,16	27,10	21,36	39,59

<sup>1/</sup>\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4A. Resumo das análises de variância dos dados obtidos nos testes de lixiviação de potássio (LIX) e de sanidade: *Fusarium* spp. (FUS), *Phomopsis* spp. (PHO), *Aspergillus* spp. (ASP) e fungos totais (FUNG), de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento

Fontes de variação	GL	Quadrados médios <sup>1</sup>				
		LIX	FUS	PHO	ASP	FUNG
Material genético (MG)	9	0,0488**	3,7648**	2,9207**	2,5041**	10,0711**
Época de colheita (EC)	2	0,1779**	32,3394**	5,0324**	2,9038*	28,1538**
G x EC	18	0,0104	1,7930**	1,3639**	1,1479	3,0729**
Erro (a)	90	0,0087	0,5563	0,1295	0,6996	0,7323
Armazenamento (A)	2	2,7772**	43,5861**	7,9571**	110,2541**	134,9427**
A x MG	18	0,0176**	0,6558	1,3264**	2,0856**	1,6411**
A x EC	4	0,0065	5,3616**	2,9085**	1,5356*	13,0188**
A x MG x EC	36	0,0065	1,0459**	0,6072**	0,9854**	1,9428**
Erro (b)	180	0,0084	0,4563	0,1072	0,4951	0,6453
Médias		1,0737	2,1749	0,9225	1,4599	3,0642
CV a (%)		8,67	34,29	39,01	57,29	27,93
CV b (%)		8,54	31,06	35,58	48,20	26,22

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

<sup>1</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística.

Tabela 5A. Médias em porcentagem de plântulas normais, obtidas na primeira contagem do teste de germinação de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses)			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	88,25abAβ	81,75cBβ	2,50abCa	57,50
	CAC-1 triplo nulo	89,25abAα	90,00aAα	0,00bBa	59,75
	FT - Cristalina	95,00aAα	89,25abBα	0,00bCa	61,42
	FT - Cristalina triplo-nulo	92,25aAα	84,00abcBα	0,25bCa	58,83
	UFV - 16	83,75bAα	83,00bcAα	0,50abBα	55,75
	UFV - 16 triplo-nulo	90,75aAα	86,50abcAα	0,00bBa	59,08
	Doko-RC	91,00aAαβ	87,75abcAα	7,25aBa	62,00
	Savana	88,50abAα	83,25abcBα	0,00bCa	57,25
	UFV-18	92,50aAα	86,75abcBα	0,50abCa	59,92
	UFV-19	94,75aAα	88,50abcBα	0,00bCa	61,08
	Médias	90,60	86,08	1,10	
R8 + 15	CAC-1	96,25aAα	90,75aBα	0,00aCa	62,33
	CAC-1 triplo nulo	91,00abAα	84,50abcBα	0,00aCa	58,50
	FT - Cristalina	97,25aAα	90,75aBα	0,75aCa	62,92
	FT - Cristalina triplo-nulo	94,00aAα	82,00cBα	0,00aCa	58,67
	UFV - 16	86,75BcAα	82,25cAα	0,00aBa	56,33
	UFV - 16 triplo-nulo	92,25abAα	80,50cBα	0,00aCa	57,58
	Doko-RC	95,75aAα	90,00abBα	2,00aCaβ	62,58
	Savana	81,50cAβ	70,50dBβ	0,00aCa	50,67
	UFV-18	92,25abAα	83,50bcBα	0,00aCa	58,58
	UFV-19	94,25aAα	86,00abcBα	0,00aCa	60,08
	Médias	92,13	84,08	0,28	
R8 + 30	CAC-1	91,25abAαβ	87,50aAαβ	0,00aBa	59,58
	CAC-1 triplo nulo	75,50eAβ	53,50fgBβ	0,00aCa	43,00
	FT - Cristalina	97,50aAα	92,50aAα	0,00aBa	63,33
	FT - Cristalina triplo-nulo	94,25abAα	86,00abBα	0,00aCa	60,08
	UFV - 16	72,75efBβ	79,25bcAα	0,25aCa	50,75
	UFV - 16 triplo-nulo	77,75deAβ	58,75efBβ	0,00aCa	45,50
	Doko-RC	88,50bcAβ	76,25cBβ	0,00aCβ	54,92
	Savana	68,50fAδ	49,00gBδ	0,00aCa	39,17
	UFV-18	83,00cdAβ	65,00deBβ	0,00aCa	49,33
	UFV-19	74,00efAβ	65,75dBβ	0,00aCa	46,58
	Médias	82,30	71,35	0,03	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6A. Médias em porcentagem de plântulas normais, obtidas no teste de germinação de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses)			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	89,75aA $\alpha$	84,00aA $\alpha$	29,75bcdB $\alpha$	67,83
	CAC-1 triplo nulo	93,25aA $\alpha$	89,50aA $\alpha$	21,00deB $\alpha$	68,00
	FT - Cristalina	97,25aA $\alpha$	90,50aA $\alpha$	35,25bB $\alpha$	74,33
	FT - Cristalina triplo-nulo	94,00aA $\alpha$	86,25aB $\alpha$	33,75bcC $\alpha$	71,33
	UFV - 16	89,75aA $\alpha$	85,75aA $\alpha$	27,00bcdB $\alpha$	67,50
	UFV - 16 triplo-nulo	93,75aA $\alpha$	90,75aA $\alpha$	28,00bcdB $\alpha$	70,83
	Doko-RC	92,75aA $\alpha$	88,50aA $\alpha$	49,50aB $\alpha$	76,92
	Savana	92,00aA $\alpha$	86,50aA $\alpha$	16,75eB $\alpha$	65,08
	UFV-18	95,00aA $\alpha$	87,00aB $\alpha$	31,00bcC $\alpha$	71,00
	UFV-19	98,00aA $\alpha$	90,00aB $\alpha$	24,75cdeC $\alpha$	70,92
	Médias	93,55	87,90	29,68	
R8 + 15	CAC-1	96,75aA $\alpha$	91,25aA $\alpha$	23,50bB $\alpha$	70,50
	CAC-1 triplo nulo	92,50abcA $\alpha$	85,50abB $\alpha$	21,75bcC $\alpha$	66,58
	FT - Cristalina	97,25aA $\alpha$	91,00abA $\alpha$	33,50aB $\alpha$	73,92
	FT - Cristalina triplo-nulo	95,75abA $\alpha$	85,25abB $\alpha$	23,00bC $\beta$	68,00
	UFV - 16	87,25bcA $\alpha$	84,50abA $\alpha$	6,50deB $\beta$	59,42
	UFV - 16 triplo-nulo	93,25abA $\alpha$	81,75bB $\alpha$	13,50cdC $\beta$	62,83
	Doko-RC	97,25aA $\alpha$	90,25abB $\alpha$	21,25bcC $\beta$	69,58
	Savana	83,50cA $\alpha$	70,75cB $\beta$	3,00eC $\beta$	52,42
	UFV-18	92,25abcA $\alpha$	83,75abB $\alpha$	3,50eC $\beta$	59,83
	UFV-19	95,50abA $\alpha$	86,50abB $\alpha$	13,50cdC $\beta$	65,17
	Médias	93,13	85,05	16,30	
R8 + 30	CAC-1	93,00abA $\alpha$	88,00abA $\alpha$	14,25aB $\beta$	65,08
	CAC-1 triplo nulo	79,25cdeA $\beta$	54,25fgB $\beta$	1,25cC $\beta$	44,92
	FT - Cristalina	97,75aA $\alpha$	91,75aA $\alpha$	7,25abcB $\beta$	65,58
	FT - Cristalina triplo-nulo	94,75abA $\alpha$	86,25abcB $\alpha$	7,25abcC $\delta$	62,75
	UFV - 16	73,50deA $\beta$	80,00bcA $\alpha$	1,00cB $\beta$	51,50
	UFV - 16 triplo-nulo	79,75cdA $\beta$	59,75efB $\beta$	8,50abcC $\beta$	49,33
	Doko-RC	89,50abA $\alpha$	77,25cdB $\beta$	3,00bcC $\delta$	56,58
	Savana	70,25eA $\beta$	50,25gB $\delta$	0,50cC $\beta$	40,33
	UFV-18	86,50cdA $\alpha$	66,00eB $\beta$	0,50cC $\beta$	51,00
	UFV-19	78,00cdeA $\beta$	68,25deB $\beta$	10,75abC $\beta$	52,33
	Médias	84,23	72,18	5,43	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7A. Médias em porcentagem de plântulas normais, obtidas no teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses)			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	82,00aA $\alpha$	71,50abB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	51,17
	CAC-1 triplo nulo	83,00aA $\alpha$	69,25bB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	50,75
	FT - Cristalina	90,50aA $\alpha$	77,25abB $\alpha\beta$	0,00aC $\alpha$	55,92
	FT - Cristalina triplo-nulo	86,75aA $\alpha$	67,00bB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	51,25
	UFV - 16	87,50aA $\alpha$	75,25abB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	54,25
	UFV - 16 triplo-nulo	89,25aA $\alpha$	75,50abA $\alpha$	0,00aC $\alpha$	54,92
	Doko-RC	83,75aA $\alpha$	75,50abB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	53,08
	Savana	92,75aA $\alpha$	81,25aB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	58,00
	UFV-18	86,00aA $\alpha$	76,50abB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	54,17
	UFV-19	86,00aA $\alpha$	71,25abB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	52,42
	Médias	86,75	74,03	0,00	
R8 + 15	CAC-1	86,00abcA $\alpha$	75,25aB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	53,75
	CAC-1 triplo nulo	78,50bcdeA $\alpha$	62,00bcB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	46,83
	FT - Cristalina	92,00aA $\alpha$	82,25aB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	58,08
	FT - Cristalina triplo-nulo	77,25bcdeA $\alpha\beta$	58,50cB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	45,25
	UFV - 16	71,50deA $\beta$	52,25cdeB $\beta$	0,00aC $\alpha$	41,25
	UFV - 16 triplo-nulo	69,50eA $\beta$	45,25eB $\beta$	0,00aC $\alpha$	38,25
	Doko-RC	88,75abA $\alpha$	76,50aB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	55,08
	Savana	76,25cdeA $\beta$	58,00cdB $\beta$	0,00aC $\alpha$	44,75
	UFV-18	82,00abcdA $\alpha$	72,00abB $\alpha$	0,00aC $\alpha$	51,33
	UFV-19	76,00cdeA $\beta$	46,50deB $\beta$	0,00aC $\alpha$	40,83
	Médias	79,78	62,85	0,00	
R8 + 30	CAC-1	83,75aA $\alpha$	52,25bB $\beta$	0,00aC $\alpha$	45,33
	CAC-1 triplo nulo	42,25dA $\beta$	11,00deB $\beta$	0,00aC $\alpha$	17,75
	FT - Cristalina	92,25aA $\alpha$	70,50aB $\beta$	0,00aC $\alpha$	54,25
	FT - Cristalina triplo-nulo	71,75bA $\beta$	28,00cB $\beta$	0,00aC $\alpha$	33,25
	UFV - 16	56,25cA $\delta$	25,75cB $\delta$	0,00aC $\alpha$	27,33
	UFV - 16 triplo-nulo	38,50dA $\delta$	17,00cdeB $\delta$	0,00aC $\alpha$	18,50
	Doko-RC	64,25bcA $\beta$	28,25cB $\beta$	0,00aC $\alpha$	30,83
	Savana	44,00dA $\delta$	7,00eB $\delta$	0,00aB $\alpha$	17,00
	UFV-18	64,50bcA $\beta$	20,25cdB $\beta$	0,00aC $\alpha$	28,25
	UFV-19	59,50cA $\delta$	22,75cB $\delta$	0,00aC $\alpha$	27,42
	Médias	61,70	28,28	0,00	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8A. Médias da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses)			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	69,92aA $\alpha$	90,97aB $\alpha$	169,29abcC $\alpha$	110,13
	CAC-1 triplo-nulo	83,07aA $\alpha$	114,53bB $\alpha$	205,84dC $\alpha$	134,48
	FT - Cristalina	64,70aA $\alpha$	91,57aB $\alpha$	200,10dC $\alpha$	118,79
	FT - Cristalina triplo-nulo	78,11aA $\alpha$	108,40abB $\alpha$	188,38cdC $\alpha$	124,96
	UFV - 16	67,30aA $\alpha$	91,79aB $\alpha$	171,29bcC $\alpha$	110,13
	UFV - 16 triplo-nulo	70,69aA $\alpha$	94,92abB $\alpha$	157,99abC $\alpha$	107,87
	Doko-RC	71,88aA $\alpha$	91,15aB $\alpha$	147,37aC $\alpha$	103,47
	Savana	81,88aA $\alpha$	99,22abB $\alpha$	173,74bcC $\alpha$	118,28
	UFV-18	77,37aA $\alpha$	108,28abB $\alpha$	204,94dC $\alpha$	130,19
	UFV-19	70,78aA $\alpha$	90,25aB $\alpha$	163,22abC $\alpha$	108,09
	Médias	73,57	98,11	178,21	
R8 + 15	CAC-1	74,54abA $\alpha$	99,10abB $\alpha$	179,18bC $\alpha$	117,61
	CAC-1 triplo nulo	99,39cA $\alpha$	130,88deB $\alpha$	210,50dC $\alpha$	146,92
	FT - Cristalina	82,34abcA $\alpha\beta$	105,97abcB $\alpha\beta$	201,36bcdC $\alpha$	129,89
	FT - Cristalina triplo-nulo	91,76bcA $\alpha$	121,11bcdeB $\alpha$	203,52cdC $\alpha$	138,79
	UFV - 16	86,75abcA $\beta$	131,63deB $\beta$	209,86dC $\beta$	142,74
	UFV - 16 triplo-nulo	87,48abcA $\alpha\beta$	115,97bcdB $\beta$	185,93bcC $\beta$	129,79
	Doko-RC	67,58aA $\alpha$	86,42aB $\alpha$	145,59aC $\alpha$	99,86
	Savana	97,63cA $\alpha$	138,97eB $\beta$	233,10eC $\beta$	156,56
	UFV-18	87,64abA $\alpha$	124,02cdeB $\alpha$	249,27eC $\beta$	153,64
	UFV-19	71,51abA $\alpha$	105,12abcB $\alpha\beta$	195,85bcdC $\beta$	124,16
	Médias	84,66	115,92	201,41	
R8 + 30	CAC-1	95,78abA $\beta$	121,53aB $\beta$	229,19bC $\beta$	148,84
	CAC-1 triplo nulo	129,19deA $\beta$	169,04cdB $\beta$	262,64cC $\beta$	186,95
	FT - Cristalina	94,18abA $\beta$	119,77aB $\beta$	253,03cC $\beta$	155,66
	FT - Cristalina triplo-nulo	120,18cdA $\beta$	151,11bcB $\beta$	258,36cC $\beta$	176,55
	UFV - 16	89,78aA $\beta$	129,35abB $\beta$	226,43bC $\beta$	148,52
	UFV - 16 triplo-nulo	105,34abcA $\beta$	158,52cB $\delta$	230,64bC $\delta$	164,83
	Doko-RC	91,71aA $\beta$	116,11aB $\beta$	199,37aC $\beta$	135,73
	Savana	142,65eA $\beta$	181,44dB $\delta$	286,39dC $\delta$	203,49
	UFV-18	114,29bcdA $\beta$	167,86cdB $\beta$	298,26dC $\delta$	193,47
	UFV-19	96,65abA $\beta$	123,73aB $\beta$	210,33abC $\beta$	143,57
	Médias	107,97	143,85	245,46	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9A. Médias, em porcentagem, de incidência de *Fusarium spp.* em sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses) <sup>2</sup>			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	4,7441abcB $\alpha$	0,8689aA $\alpha$	6,7361aB $\alpha$	3,7025
	CAC-1 triplo nulo	2,4584abcAB $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	4,9756aB $\alpha$	2,2556
	FT - Cristalina	1,1384aAB $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	4,5176aB $\alpha$	1,6904
	FT - Cristalina triplo-nulo	2,4584abcAB $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	3,3416aB $\alpha$	1,6316
	UFV - 16	1,3225abA $\alpha$	1,1384aA $\alpha$	5,9009aB $\alpha$	2,4929
	UFV - 16 triplo-nulo	2,0600abcAB $\alpha$	0,7996aA $\alpha$	5,2600aB $\alpha$	2,4584
	Doko-RC	8,7416cB $\beta$	1,6904aA $\alpha$	1,1384aA $\alpha$	3,2249
	Savana	7,3400bcB $\alpha$	1,3496aA $\alpha$	2,9969aAB $\alpha$	3,5401
	UFV-18	3,1481abcA $\alpha$	2,3900aA $\alpha$	2,8489aA $\alpha$	2,7761
	UFV-19	1,7500abA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	2,3900aA $\alpha$	1,3769
	Médias	3,1864	0,8456	3,8264	
R8 + 15	CAC-1	3,3416abA $\alpha$	2,0921aA $\alpha$	3,8681aA $\alpha$	3,0721
	CAC-1 triplo nulo	8,8636bcB $\beta$	1,3496aA $\alpha$	5,9516aB $\alpha$	4,8824
	FT - Cristalina	1,7500aAB $\alpha$	0,7996aA $\alpha$	5,1169aB $\alpha$	2,2889
	FT - Cristalina triplo-nulo	4,9756abB $\alpha\beta$	0,3649aA $\alpha\beta$	1,1384aAB $\alpha$	1,7801
	UFV - 16	15,1025cB $\beta$	2,5276aA $\alpha$	6,4169aA $\alpha$	7,1729
	UFV - 16 triplo-nulo	6,8441abcA $\alpha\beta$	2,5276aA $\alpha$	4,4729aA $\alpha$	4,4284
	Doko-RC	2,0600abA $\alpha$	2,1569aA $\alpha$	2,4584aA $\alpha$	2,2225
	Savana	8,8636bcB $\alpha$	2,5276aA $\alpha$	6,8984aAB $\alpha$	5,8001
	UFV-18	4,6529abB $\alpha$	0,7996aA $\alpha$	6,8984aB $\alpha$	3,6616
	UFV-19	6,8441abcB $\alpha\beta$	0,7996aA $\alpha$	4,3400aAB $\alpha$	3,5804
	Médias	5,8001	1,5164	4,5625	
R8 + 30	CAC-1	18,1624abB $\beta$	3,8681aA $\alpha$	3,3416abA $\alpha$	7,2841
	CAC-1 triplo nulo	16,4744abB $\beta$	2,0921aA $\alpha$	5,4049abcA $\alpha$	6,8984
	FT - Cristalina	12,8956abB $\beta$	0,6236aA $\alpha$	6,3644abcB $\alpha$	5,5025
	FT - Cristalina triplo-nulo	10,8569aB $\beta$	4,03693aA $\beta$	3,8681abA $\alpha$	5,9009
	UFV - 16	24,9016bB $\beta$	18,9481bB $\beta$	9,9329bcA $\alpha$	17,3929
	UFV - 16 triplo-nulo	11,8904aB $\beta$	3,8681aA $\alpha$	5,6504abcAB $\alpha$	6,7900
	Doko-RC	9,2344aB $\beta$	1,1384aA $\alpha$	3,7849abAB $\alpha$	4,1656
	Savana	12,3164abB $\alpha$	3,5804aA $\alpha$	5,7500abcAB $\alpha$	6,7900
	UFV-18	7,7944aB $\alpha$	1,1384aA $\alpha$	2,1569aA $\alpha$	3,2249
	UFV-19	12,8956abB $\beta$	3,7849aA $\alpha$	14,7100cA $\beta$	9,7400
	Médias	13,4129	3,5401	5,70019	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 10A. Médias, em porcentagem, de incidência de *Phomopsis spp.* em sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses) <sup>2</sup>			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	CAC-1 triplo nulo	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	FT - Cristalina	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	0,1084
	FT - Cristalina triplo-nulo	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	0,1084
	UFV - 16	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	UFV - 16 triplo-nulo	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	Doko-RC	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	Savana	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	UFV-18	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	UFV-19	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	Médias	0,0041	0,0041	0,0625	
R8 + 15	CAC-1	0,3649aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,1084
	CAC-1 triplo nulo	1,3496aB $\beta$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,3649
	FT - Cristalina	0,7996aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,2225
	FT - Cristalina triplo-nulo	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	0,1084
	UFV - 16	6,6824bB $\beta$	0,3649aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	1,7801
	UFV - 16 triplo-nulo	0,7996aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,2225
	Doko-RC	0,3649aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,1084
	Savana	0,03649aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,2225
	UFV-18	1,1384aB $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aB $\alpha$	0,3100
	UFV-19	0,7996aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,1084
	Médias	0,9884	0,0625	0,0625	
R8 + 30	CAC-1	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	CAC-1 triplo nulo	2,1569bcdB $\beta$	0,7996aAB $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,8456
	FT - Cristalina	0,7996abcA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,2225
	FT - Cristalina triplo-nulo	0,7996abcA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,2225
	UFV - 16	30,3025eC $\delta$	5,5025bB $\beta$	0,0041aA $\alpha$	14,7100
	UFV - 16 triplo-nulo	4,5625dB $\beta$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,9884
	Doko-RC	0,3649abA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,1084
	Savana	1,1384abcB $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,3649aAB $\alpha$	0,4409
	UFV-18	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,0041
	UFV-19	2,8489cdB $\beta$	0,3649aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,8225
	Médias	2,4584	0,4025	0,0329	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 11A. Médias, em porcentagem, de incidência de *Aspergillus spp.* em sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses) <sup>2</sup>			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	1,6904aAB $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	5,2600abB $\alpha$	1,8409
	CAC-1 triplo nulo	1,9336aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	14,2456bcB $\alpha$	3,9521
	FT - Cristalina	1,6904aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	11,2649bcB $\alpha$	2,9969
	FT - Cristalina triplo-nulo	1,6904aAB $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	5,5516AbB $\alpha$	1,9025
	UFV - 16	0,7996aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	14,7881bcB $\alpha$	3,4601
	UFV - 16 triplo-nulo	1,2956aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	23,5100cB $\beta$	4,8824
	Doko-RC	1,2956aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	2,8489aA $\alpha$	1,3769
	Savana	0,8689aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	0,6236aA $\alpha$	0,4604
	UFV-18	0,6236aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	1,7500aA $\alpha$	0,6881
	UFV-19	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	5,3081abB $\alpha\beta$	1,1384
	Médias	1,1384	0,0929	7,2284	
R8 + 15	CAC-1	0,7996aAB $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	2,9969abB $\alpha$	1,0376
	CAC-1 triplo nulo	1,0876aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	10,3241bcdeB $\alpha$	2,5625
	FT - Cristalina	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	3,8681abcB $\alpha$	1,8689
	FT - Cristalina triplo-nulo	0,3649aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	5,9009abcdB $\alpha$	1,6316
	UFV - 16	0,3649aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	13,2641deB $\alpha$	2,9225
	UFV - 16 triplo-nulo	1,1384aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	21,5900eB $\beta$	4,4729
	Doko-RC	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	2,3900aA $\alpha$	0,5816
	Savana	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	2,1569aA $\alpha$	0,5404
	UFV-18	0,3649aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	3,8681abcB $\alpha$	1,0376
	UFV-19	0,0041aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	12,9689cdeB $\beta$	2,4929
	Médias	0,3649	0,0929	6,8984	
R8 + 30	CAC-1	0,3649aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	4,1656abcB $\alpha$	1,0876
	CAC-1 triplo nulo	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	6,1049abcB $\alpha$	1,2689
	FT - Cristalina	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	8,8636bcB $\alpha$	1,7201
	FT - Cristalina triplo-nulo	0,0041aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	2,1569abA $\alpha$	0,5404
	UFV - 16	0,3649aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	5,8504abcB $\alpha$	1,4044
	UFV - 16 triplo-nulo	0,6236aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	1,2956aA $\alpha$	0,7321
	Doko-RC	0,3649aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	10,3241cB $\alpha$	2,1896
	Savana	0,6236aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	1,7500abA $\alpha$	0,8456
	UFV-18	1,2956aA $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	1,7500abA $\alpha$	0,8924
	UFV-19	1,4881aAB $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	3,8681abcB $\alpha$	1,4600
	Médias	0,4604	0,0625	4,2089	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 12A. Médias, em porcentagem, de incidência de totais de fungos em sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses) <sup>2</sup>			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	7,4524abB $\alpha$	0,8689aA $\alpha$	13,1161abcdB $\alpha$	6,054
	CAC-1 triplo nulo	7,2284abA $\alpha$	2,0600aA $\alpha$	20,1116cdeB $\alpha$	8,321
	FT - Cristalina	2,8124aA $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	17,4776bcdeB $\alpha$	4,929
	FT - Cristalina triplo-nulo	6,1564abB $\alpha$	0,0041aA $\alpha$	10,0625abcdB $\alpha$	4,252
	UFV - 16	2,5276aA $\alpha$	1,7500aA $\alpha$	22,9256deB $\alpha$	6,736
	UFV - 16 triplo-nulo	8,6809abB $\alpha$	1,1384aA $\alpha$	31,0844eC $\beta$	10,456
	Doko-RC	14,4769bB $\alpha$	4,5176aA $\alpha$	6,1049abAB $\alpha\beta$	7,852
	Savana	10,9921abB $\alpha$	2,1569aA $\alpha$	5,4536aAB $\alpha$	5,700
	UFV-18	10,9921abB $\alpha$	2,3900aA $\alpha$	5,4049aAB $\alpha$	5,800
	UFV-19	4,7441abB $\alpha$	0,3649aA $\alpha$	8,2025abcA $\alpha$	3,744
	Médias	7,1729	1,3769	12,8956	
R8 + 15	CAC-1	5,9009aA $\alpha$	3,4601aA $\alpha$	9,2969abA $\alpha$	6,002
	CAC-1 triplo nulo	15,0236abB $\alpha\beta$	2,4584aA $\alpha$	19,8401bcdB $\alpha$	10,992
	FT - Cristalina	6,2600aAB $\alpha$	1,1384aA $\alpha$	12,0316abcB $\alpha$	5,601
	FT - Cristalina triplo-nulo	7,9681aB $\alpha$	1,1384aA $\alpha\beta$	8,8636abB $\alpha$	5,308
	UFV - 16	26,6441bB $\alpha$	5,4049aA $\alpha$	24,0025dcB $\alpha$	17,140
	UFV - 16 triplo-nulo	18,2489abB $\alpha$	5,6504aA $\alpha$	29,3116dB $\beta$	16,228
	Doko-RC	6,8441aB $\alpha$	2,52764aA $\alpha$	5,2600aB $\alpha$	4,698
	Savana	11,2649abB $\alpha$	2,9225aA $\alpha$	10,9921abcB $\alpha$	7,852
	UFV-18	7,3400aB $\alpha$	2,3900aA $\alpha$	11,8904abcB $\alpha$	8,560
	UFV-19	9,9329aB $\alpha$	1,7500aA $\alpha$	17,7329bcdB $\alpha\beta$	8,500
	Médias	11,5409	2,7400	14,0924	
R8 + 30	CAC-1	24,2009aB $\beta$	4,3400aA $\alpha$	7,6225abcA $\alpha$	10,656
	CAC-1 triplo nulo	25,5100aC $\beta$	3,5804aA $\alpha$	12,5321abcB $\alpha$	12,316
	FT - Cristalina	16,0649aB $\beta$	1,4321aA $\alpha$	15,9836abcB $\alpha$	9,549
	FT - Cristalina triplo-nulo	19,4809aB $\beta$	5,5025aA $\beta$	6,4169abA $\alpha$	9,612
	UFV - 16	59,2529bB $\delta$	27,2729bA $\beta$	18,7721bcA $\alpha$	33,140
	UFV - 16 triplo-nulo	27,0625aB $\beta$	5,9009aA $\alpha$	9,8684abcA $\alpha$	12,969
	Doko-RC	15,0236aB $\alpha$	2,3900aA $\alpha$	15,2609abcB $\beta$	9,740
	Savana	16,5569aB $\alpha$	4,6529aA $\alpha$	12,1736abcAB $\alpha$	10,522
	UFV-18	12,6769aB $\alpha$	1,7500aA $\alpha$	5,4049aAB $\alpha$	5,850
	UFV-19	23,6081aB $\beta$	4,5625aA $\alpha$	19,5704cB $\beta$	14,554
	Médias	22,7324	5,0696	11,8904	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 13A. Médias, em porcentagem, da emergência das plântulas em campo de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses)			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	53,00aB $\alpha$	75,00aA $\alpha$	19,50aC $\alpha$	49,17
	CAC-1 triplo nulo	46,50aB $\alpha$	84,50aA $\alpha$	1,50aC $\alpha$	44,17
	FT - Cristalina	60,00aB $\alpha$	77,50aA $\alpha$	9,00aC $\alpha$	48,83
	FT - Cristalina triplo-nulo	40,50aB $\alpha$	73,50aA $\alpha$	3,00aC $\alpha$	39,00
	UFV - 16	51,50aB $\alpha$	69,50aA $\alpha$	1,00aC $\alpha$	40,67
	UFV - 16 triplo-nulo	59,50aB $\alpha$	80,00aA $\alpha$	3,00aC $\alpha$	47,50
	Doko-RC	50,50aB $\alpha$	74,00aA $\alpha$	12,50aC $\alpha$	45,67
	Savana	54,00aB $\alpha$	73,00aA $\alpha$	9,00aC $\alpha$	45,33
	UFV-18	50,00aB $\alpha$	77,00aA $\alpha$	5,50aC $\alpha$	44,17
	UFV-19	61,00aB $\alpha$	79,00aA $\alpha$	0,50aC $\alpha$	46,83
	Médias	52,65	76,30	6,45	
R8 + 15	CAC-1	57,00aB $\alpha$	80,00aA $\alpha$	1,50aC $\beta$	46,17
	CAC-1 triplo nulo	62,50aA $\alpha$	72,00abA $\alpha$	2,50aB $\alpha$	45,67
	FT - Cristalina	52,00abB $\alpha$	72,00abA $\alpha$	4,00aC $\alpha$	42,67
	FT - Cristalina triplo-nulo	41,50abB $\alpha$	59,50abA $\alpha\beta$	3,00aC $\alpha$	34,67
	UFV - 16	40,50abB $\alpha\beta$	62,00abA $\alpha$	1,00aC $\alpha$	34,50
	UFV - 16 triplo-nulo	49,00abB $\alpha$	69,00abA $\alpha$	5,00aC $\alpha$	41,00
	Doko-RC	55,50abB $\alpha$	81,50aA $\alpha$	2,00aC $\alpha$	46,33
	Savana	34,00aB $\beta$	52,00bA $\beta$	1,00aC $\alpha$	29,00
	UFV-18	50,00abA $\alpha$	63,50abA $\alpha$	2,00aB $\alpha$	38,67
	UFV-19	57,00aA $\alpha$	62,50abA $\beta$	0,50aB $\alpha$	40,00
	Médias	49,90	67,40	2,25	
R8 + 30	CAC-1	54,50aA $\alpha$	69,00aA $\alpha$	0,50aB $\beta$	41,33
	CAC-1 triplo nulo	26,50cA $\beta$	28,00deA $\beta$	0,00aB $\alpha$	18,17
	FT - Cristalina	55,00aA $\alpha$	67,00abA $\alpha$	0,50aB $\alpha$	40,83
	FT - Cristalina triplo-nulo	46,50abcA $\alpha$	46,00BcdA $\beta$	0,00aB $\alpha$	30,83
	UFV - 16	30,50bcA $\beta$	29,00deA $\beta$	0,00aB $\alpha$	19,83
	UFV - 16 triplo-nulo	30,00bcA $\beta$	41,50cdeA $\beta$	0,00aB $\alpha$	23,83
	Doko-RC	55,50aA $\alpha$	53,00abcA $\beta$	0,00aB $\alpha$	36,17
	Savana	29,50bcA $\beta$	20,50eA $\delta$	0,00aB $\alpha$	16,67
	UFV-18	50,50abA $\alpha$	35,50cdeA $\beta$	0,00aB $\alpha$	28,67
	UFV-19	39,50abcA $\beta$	31,00cdeA $\delta$	0,50aB	23,67
	Médias	41,80	42,05	0,15	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14A. Médias, da velocidade de emergência das plântulas em campo de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Época de colheita	Material genético	Período de armazenamento (meses)			Média
		Zero	Quatro	Oito	
R8	CAC-1	6,18aB $\alpha$	14,27aA $\alpha$	1,65aC $\alpha$	7,37
	CAC-1 triplo nulo	5,90aB $\alpha$	15,60aA $\alpha$	0,17aC $\alpha$	7,22
	FT - Cristalina	6,63aB $\alpha$	13,53aA $\alpha$	0,74aC $\alpha$	6,96
	FT - Cristalina triplo-nulo	4,63aB $\alpha$	13,45aA $\alpha$	0,48aC $\alpha$	6,19
	UFV - 16	5,97aB $\alpha$	13,67aA $\alpha$	0,07aC $\alpha$	6,57
	UFV - 16 triplo-nulo	6,31aB $\alpha$	13,99aA $\alpha$	0,24aC $\alpha$	6,85
	Doko-RC	5,26aB $\alpha$	14,12aA $\alpha$	1,15aC $\alpha$	6,84
	Savana	5,98aB $\alpha$	13,20aA $\alpha$	0,61aC $\alpha$	6,60
	UFV-18	5,27aB $\alpha$	13,52aA $\alpha$	0,44aC $\alpha$	6,41
	UFV-19	6,64aB $\alpha$	13,56aA $\alpha$	0,04aC $\alpha$	6,75
	Médias	5,88	13,89	0,56	
R8 + 15	CAC-1	6,46aB $\alpha$	13,84abA $\alpha$	0,12aC $\alpha$	6,80
	CAC-1 triplo nulo	6,44aB $\alpha$	12,81bcdA $\beta$	0,30aC $\alpha$	6,52
	FT - Cristalina	6,27aB $\alpha$	13,35abcA $\alpha$	0,30aC $\alpha$	6,64
	FT - Cristalina triplo-nulo	5,46aB $\alpha$	10,23deA $\beta$	0,20aC $\alpha$	5,30
	UFV - 16	5,27aB $\alpha$	11,13cdeA $\beta$	0,07aC $\alpha$	5,49
	UFV - 16 triplo-nulo	5,82aB $\alpha$	11,27bcdeA $\beta$	0,37aC $\alpha$	5,82
	Doko-RC	5,92aB $\alpha$	14,04aA $\alpha$	0,20aC $\alpha$	6,72
	Savana	4,38aB $\alpha\beta$	8,89eA $\beta$	0,07aC $\alpha$	4,45
	UFV-18	5,51aB $\alpha$	11,28bcdeA $\beta$	0,15aC $\alpha$	5,65
	UFV-19	6,51aB $\alpha$	10,57deA $\beta$	0,04aC $\alpha$	5,70
	Médias	5,80	11,74	0,18	
R8 + 30	CAC-1	6,59aB $\alpha$	11,89aB $\beta$	0,03aC $\alpha$	6,17
	CAC-1 triplo nulo	3,35bA $\beta$	4,67cdA $\delta$	0,00aB $\alpha$	2,67
	FT - Cristalina	6,58aB $\alpha$	11,66aB $\alpha$	0,04aC $\alpha$	6,09
	FT - Cristalina triplo-nulo	4,98abB $\alpha$	8,20bB $\delta$	0,00aC $\alpha$	4,39
	UFV - 16	3,23bB $\beta$	5,57bcdB $\delta$	0,00aC $\alpha$	2,93
	UFV - 16 triplo-nulo	3,51bB $\beta$	7,03bcB $\delta$	0,00aC $\alpha$	3,51
	Doko-RC	6,39aA $\alpha$	8,09bA $\beta$	0,00aB $\alpha$	4,83
	Savana	3,08bA $\beta$	3,41dA $\delta$	0,00aB $\alpha$	2,16
	UFV-18	5,50abA $\alpha$	5,86bcdA $\delta$	0,00aB $\alpha$	3,79
	UFV-19	4,27abA $\beta$	5,56bcdA $\delta$	0,03aB $\alpha$	3,29
	Médias	4,75	7,19	0,01	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha e grega entre as épocas de colheita não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias em porcentagem de plântulas normais, obtidas na primeira contagem do teste de germinação de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses)			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	91,92bcA	86,67bB	0,83aC	59,81
CAC-1 triplo nulo	85,25eA	76,00fB	0,00aC	53,75
FT - Cristalina	96,58aA	90,83aB	0,25aC	62,56
Cristalina triplo-nulo	93,50abA	84,00bcdB	0,08aC	59,19
UFV - 16	81,08fA	81,50cdeA	0,25aB	54,28
UFV - 16 triplo-nulo	86,92deA	75,25fB	0,00aC	54,06
Doko-RC	91,75bcA	84,67bcB	3,08aC	59,83
Savana	79,50fA	67,58gB	0,00aC	49,03
UFV-18	89,25cdA	78,42efB	0,17aC	55,94
UFV-19	87,67deA	80,08deB	0,00aC	55,92
Médias	88,34	80,50	0,47	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 16A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias em porcentagem de plântulas normais, obtidas no teste de germinação de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses)			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	93,17abcA	87,75abB	22,50aC	67,81
CAC-1 triplo nulo	88,33cdA	76,50eB	14,67cC	59,83
FT - Cristalina	97,42aA	91,08aB	25,33aC	71,28
Cristalina triplo-nulo	94,83abA	85,92abcB	21,33abC	67,69
UFV - 16	83,50deA	83,42bcdA	11,50cdB	59,47
UFV - 16 triplo-nulo	88,92cdA	77,42eB	16,67bcC	61,00
Doko-RC	93,17abcA	85,33bcB	24,58aC	67,69
Savana	81,92eA	69,17fB	6,75dC	52,61
UFV-18	91,25bcA	78,92deB	11,67cdC	60,61
UFV-19	90,50bcA	81,58cdeB	16,33bcC	62,81
Médias	90,30	81,71	17,13	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 17A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias em porcentagem de plântulas normais, obtidas no teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses)			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	83,92bA	66,33bB	0,00aC	50,08
CAC-1 triplo nulo	67,92efA	47,42eB	0,00aC	38,44
FT - Cristalina	91,58aA	76,67aB	0,00aC	56,08
Cristalina triplo-nulo	78,58cdeA	51,17deB	0,00aC	43,25
UFV - 16	71,75defA	51,08deB	0,00aC	40,94
UFV - 16 triplo-nulo	65,75fA	45,92eB	0,00aC	37,22
Doko-RC	78,92bcA	60,08bcB	0,00aC	46,33
Savana	71,00defA	48,75eB	0,00aC	39,92
UFV-18	77,50bcdA	56,25cdB	0,00aC	44,58
UFV-19	73,83cdeA	46,83eB	0,00aC	40,22
Médias	76,08	55,05	0,00	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 18A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses)			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	80,08aA	103,87aB	192,55bC	125,50
CAC-1 triplo nulo	103,88deA	138,15efB	226,33cdC	156,12
FT - Cristalina	80,40abA	105,77abB	218,16cC	134,16
Cristalina triplo-nulo	96,68cdeA	126,87cdeB	216,75cC	146,77
UFV - 16	81,27abA	117,59bcB	202,53bC	133,80
UFV - 16 triplo-nulo	87,84abcA	123,14cdB	191,52bC	134,78
Doko-RC	77,06aA	97,90aB	164,11aC	113,02
Savana	107,38eA	139,87fB	231,07dC	159,44
UFV-18	93,10bcdA	133,39defB	250,82eC	159,10
UFV-19	79,65aA	106,37abB	189,80bC	125,27
Médias	88,73	119,29	208,36	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 19A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias, em porcentagem, da emergência das plântulas em campo de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses)			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	54,83aB	74,67aA	7,17aC	45,56
CAC-1 triplo nulo	45,17abcB	61,50abcdeA	1,33aC	36,00
FT - Cristalina	55,67aB	72,17abA	4,50aC	44,11
Cristalina triplo-nulo	42,83abcB	59,67bcdeA	2,00aC	34,83
UFV - 16	40,83bcB	53,50deA	0,67aC	31,67
UFV - 16 triplo-nulo	46,17abcB	63,50abcdA	2,67aC	37,44
Doko-RC	53,83abB	69,50abcA	4,83aC	42,72
Savana	39,17cA	48,50eA	3,33aB	30,33
UFV-18	50,17abcA	58,67cdeA	2,50aB	37,11
UFV-19	52,50abA	57,50cdeA	0,50aB	36,83
Médias	48,12	61,92	2,95	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 20A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias, da velocidade de emergência das plântulas em campo de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses)			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	6,41aB	13,33aA	0,60aC	6,78
CAC-1 triplo nulo	5,23abB	11,02bcA	0,15aC	5,47
FT - Cristalina	6,49aB	12,85aA	0,36aC	6,57
Cristalina triplo-nulo	5,03abB	10,63bcA	0,22aC	5,29
UFV - 16	4,82bB	10,12cA	0,05aC	5,00
UFV - 16 triplo-nulo	5,21abB	10,76bcA	0,20aC	5,39
Doko-RC	5,85abB	12,08abA	0,45aC	6,13
Savana	4,48bB	8,50dA	0,23aC	4,40
UFV-18	5,43abB	10,22cA	0,20aC	5,28
UFV-19	5,80abB	9,90cdA	0,03aC	5,24
Médias	5,48	10,94	0,25	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 21A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias, de lixiviação de potássio (mg/g sementes) de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses)			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	0,3281aA	0,7544abcB	0,6881abB	0,5816
CAC-1 triplo nulo	0,2569aA	0,8225abcB	0,8225abB	0,6025
FT - Cristalina	0,3836aA	0,8225abcB	0,9400bcB	0,7100
Cristalina triplo-nulo	0,3464aA	0,9641bcB	0,9400bcB	0,7321
UFV - 16	0,2921aA	0,6664aB	0,7996abB	0,5816
UFV - 16 triplo-nulo	0,2744aA	1,0129cB	0,9400bcB	0,7100
Doko-RC	0,2921aA	0,7321abB	0,6449aB	0,5404
Savana	0,2569aA	0,8924abcB	0,9400bcB	0,6664
UFV-18	0,3464aA	0,9161abcB	1,1900cC	0,7996
UFV-19	0,3100aA	0,8456abcB	0,7769abB	0,6236
Médias	0,3100	0,8456	0,8689	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 22A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias, em porcentagem, de incidência de *Fusarium spp.* em sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses) <sup>2</sup>			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	7,6796abcB	2,1244abA	4,5625abcAB	4,5176
CAC-1 triplo nulo	8,3209abcB	1,1900aA	5,4536abcB	4,4729
FT - Cristalina	4,1225aB	0,5816aA	5,3081abcB	2,9969
Cristalina triplo-nulo	5,6009abB	1,0625aA	2,6684abA	2,8856
UFV - 16	11,4025cB	5,6504bA	7,3400cA	7,9681
UFV - 16 triplo-nulo	6,3121abcB	2,2556abA	5,1169abcB	4,3841
Doko-RC	6,2081abcB	1,6316aA	2,3561aA	3,1481
Savana	9,4225bcC	2,4241abA	5,0696abcB	5,3081
UFV-18	5,0225abB	1,3769aA	3,7436abcB	3,2249
UFV-19	6,3644abcB	1,4044aA	6,2600bcB	4,3400
Médias	6,8984	1,8409	4,6984	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 23A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias, em porcentagem, de incidência de *Phomopsis spp.* em sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses) <sup>2</sup>			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	0,1084aA	0,0041aA	0,0041aA	0,0329
CAC-1 triplo nulo	1,0129bcB	0,0041aA	0,0041aA	0,3649
FT - Cristalina	0,7100abcA	0,0041aA	0,1084aA	0,1889
Cristalina triplo-nulo	0,2225abA	0,0041aA	0,2225aA	0,1400
UFV - 16	8,3804cC	1,3496bB	0,1084aA	2,4241
UFV - 16 triplo-nulo	1,3769cB	0,0041aA	0,0041aA	0,3649
Doko-RC	0,2225abA	0,0041aA	0,0041aA	0,0776
Savana	0,4409abcA	0,1084aA	0,1084aA	0,2056
UFV-18	0,3100abA	0,0041aA	0,0041aA	0,0929
UFV-19	1,0129bcB	0,1084aA	0,0041aA	0,3100
Médias	0,9884	0,1400	0,0476	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 24A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias, em porcentagem, de incidência de *Aspergillus spp.* em sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses) <sup>2</sup>			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	0,8924aA	0,0041aA	4,1225abB	1,2956
CAC-1 triplo nulo	0,8924aA	0,1084aA	9,9976cdB	2,4929
FT - Cristalina	0,4409aA	0,0041aA	7,6796bcdB	1,7801
Cristalina triplo-nulo	0,5816aA	0,1084aA	4,3841abB	1,2956
UFV - 16	0,5000aA	0,2225aA	10,9244cdB	2,5276
UFV - 16 triplo-nulo	1,0129aA	0,1084aA	12,8225cB	3,0721
Doko-RC	0,4801aA	0,1084aA	4,6529abB	1,3225
Savana	0,4604aA	0,1084aA	1,4600aA	0,6025
UFV-18	0,7321aAB	0,0041aA	2,3900aB	0,8689
UFV-19	0,3836aA	0,1084aA	6,7361BcB	1,6609
Médias	0,6236	0,0929	6,0025	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 25A. Desdobramento da interação material genético x armazenamento. Médias, em porcentagem, de incidência de totais de fungos em sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Período de armazenamento (meses) <sup>2</sup>			Médias
	Zero	Quatro	Oito	
CAC-1	11,3336abB	2,6684aA	9,8684abcB	7,4524
CAC-1 triplo nulo	15,0236bcB	2,6684aA	17,3084cdB	10,4561
FT - Cristalina	7,5089aB	0,9400aA	15,0236bcdC	6,5756
Cristalina triplo-nulo	10,5224abB	1,6904aA	8,3804abB	6,2081
UFV - 16	23,4121cB	8,9249bA	21,8729dB	17,3929
UFV - 16 triplo-nulo	17,1400bcB	3,9100abA	22,1576dB	13,1161
Doko-RC	11,8201abB	3,0721aA	8,3804abB	7,2841
Savana	12,8225abB	3,1864aA	9,2969abB	7,9100
UFV-18	12,5321abC	2,1569aA	7,2841aB	6,6824
UFV-19	11,6104abB	1,9336aA	14,7100bcdB	8,3804
Médias	13,1161	2,8856	12,9689	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 26A. Desdobramento da interação material genético x época de colheita. Médias, de lixiviação de potássio (mg/g sementes) de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita <sup>2</sup>			Médias
	R8	R8 + 15	R8 + 30	
CAC-1	0,5000aA	0,6236aA	0,6236aA	0,5816ab
CAC-1 triplo nulo	0,5609aA	0,6236aA	0,6664aA	0,6025ab
FT - Cristalina	0,6664aA	0,6664aA	0,7769abA	0,7100bc
Cristalina triplo-nulo	0,6236aA	0,7544aA	0,7996abA	0,7321bc
UFV - 16	0,4801aA	0,6449aA	0,6025aA	0,5816ab
UFV - 16 triplo-nulo	0,6236aA	0,7769aA	0,7544aA	0,7100bc
Doko-RC	0,5000aA	0,5609aA	0,5816aA	0,5404a
Savana	0,5609aA	0,6449aAB	0,8225abB	0,6664abc
UFV-18	0,6664aA	0,6664aA	1,0625bB	0,7996c
UFV-19	0,5609aA	0,6236aA	0,7100aA	0,6236ab
Médias	0,5816A	0,6449B	0,7321C	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 27A. Desdobramento da interação armazenamento x época de colheita. Médias, de lixiviação de potássio (mg/g sementes) de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Período de armazenamento	Época de colheita <sup>2</sup>			Médias
	R8	R8 + 15	R8 + 30	
Zero mês	0,2744aA	0,3100aA	0,3281aA	0,3100
Quatro meses	0,7544bA	0,8456bAB	0,9161bB	0,8456
Oito meses	0,7100bA	0,8456bB	1,0376bC	0,8689
Médias	0,5816	0,6449	0,7321	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Dados previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística e destransformados.

Tabela 28A. Resumo da análise de variância dos dados obtidos na determinação de aldeídos totais (A635 nm/5g sementes) de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Fontes de variação	GL	Quadrado médio
Material Genético (MG)	5	0,03711
Época de colheita (EC)	2	0,66296**
MG x EC	10	0,03601
Erro (a)	54	0,02882
Armazenamento (A)	2	0,36035**
A x MG	10	0,02027
A x EC	4	0,09840**
A x MG x EC	20	0,01308
Erro (b)	108	0,02241
Médias		0,5834
CV a (%)		29,10
CV b (%)		25,66

<sup>1/</sup> \*\* significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 29A. Desdobramento da interação armazenamento x época de colheita. Médias, da determinação de aldeídos totais (A635 nm/5g sementes) de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita e ao armazenamento<sup>1/</sup>

Período de armazenamento	Época de colheita			Médias
	R8	R8 + 15	R8 + 30	
Zero mês	0,6013bA	0,5938bA	0,7508bB	0,5249
Quatro meses	0,4900aA	0,4837aA	0,5508aB	0,5313
Oito meses	0,4833aA	0,5162aA	0,7808bB	0,6942
Médias	0,6486	0,5082	0,5935	

<sup>1/</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.