

TÂNIA CRISTINA DE OLIVEIRA GONDIM

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA COM PRESENÇA OU
AUSÊNCIA DE LIPOXIGENASES, EM DIFERENTES
ÉPOCAS DE COLHEITA

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

TÂNIA CRISTINA DE OLIVEIRA GONDIM

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA COM PRESENÇA OU
AUSÊNCIA DE LIPOXIGENASES, EM DIFERENTES
ÉPOCAS DE COLHEITA

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

TÂNIA CRISTINA DE OLIVEIRA GONDIM

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA COM PRESENÇA OU
AUSÊNCIA DE LIPOXIGENASES, EM DIFERENTES
ÉPOCAS DE COLHEITA

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

APROVADA: 10 de agosto de 2001.

Prof. Valterley Soares Rocha
(Conselheiro)

Prof. Tocio Sedyama

Prof.^ª Denise Cunha F. S. Dias

Prof. Eduardo Fontes Araújo

Prof. Carlos Sigueyuki Sedyama
(Orientador)

*Ao meu irmão Ricardo, cuja partida
deixou em mim saudades.
Dedico*

*À minha filha Bárbara, cuja chegada
trouxe força e alegria.
Ofereço*

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem sempre pedi discernimento, disciplina e perseverança, e que me sustentou durante mais esta jornada.

Ao meu pai e mestre, José Geraldo, cujo exemplo tem me ensinado que os maiores bens de um homem são seus princípios, um caráter reto e o conhecimento, que deve andar lado a lado com a sabedoria.

À minha mãe Selma que, com o seu desprendimento e dedicação, forneceu o suporte necessário para que eu pudesse atingir meus objetivos.

Aos meus irmãos, Geraldo, Marcus André, Adriana e Daniel pela união e amizade.

À minha filha Bárbara, pela compreensão, pelo amor e companheirismo.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Carlos Sigureyuki Sedyama, pela atenção, pela orientação incansável e valiosas críticas e sugestões.

Ao professor Valterley Soares Rocha, pela dedicação, pelo incentivo e, principalmente, pela sua amizade.

Ao professor Maurílio Alves Moreira, pelo apoio e pela boa vontade com que me recebeu no Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (Bioagro).

Aos funcionários do Bioagro, em especial ao Newton, pela colaboração.

Aos funcionários do laboratório de soja, em especial ao Paulinho e Cupertino, pelo apoio durante a realização dos trabalhos.

Aos professores Denise, Eveline, Múcio e Eduardo, pelos valiosos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Tocio Sedyama, por sua dedicação como coordenador do Programa de Pós-graduação.

Ao Engenheiro Agrônomo José Luiz Lopes Gomes, pelas ótimas sugestões.

Aos meus amigos Patrícia, Virgínia, Geraldinho, Paulo, Sérgio, Marlei, Raquel, verônica, Andréia e Lara, pela agradável convivência e momentos de descontração.

Ao Marco Aurélio, que sempre fará parte da minha história, pelo estímulo e valiosa ajuda nos momentos finais de realização deste trabalho.

Aos meus amigos de São Paulo, Márcia, Júlio, Fabiana, Ana Paula, Sueli, Sílvia, José Carlos e Fernando, que mesmo distantes, sempre torceram pelo meu sucesso.
A todos aqueles que aqui não foram citados, e que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

BIOGRAFIA

TÂNIA CRISTINA DE OLIVEIRA GONDIM, filha de José Geraldo de Oliveira e Selma Gonçalves de Oliveira, nasceu em 13 de fevereiro de 1967, em São Paulo, S.P.

Concluiu o segundo grau em São Paulo no Colégio São Luís. Em 1994, ingressou na Universidade Federal de Viçosa. Diplomou-se em agosto de 1999, obtendo o título de Engenheira Agrônoma. No mesmo mês, iniciou o curso de mestrado em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em agosto de 2001.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Lipoxigenases	3
2.2. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes	6
2.3. Retardamento de colheita	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Determinação do grau de umidade	13
3.2. Teste de germinação e primeira contagem do TG	15
3.3. Teste de emergência em leito de areia	15
3.4. Teste de envelhecimento acelerado	16
3.5. Teste de porcentagem de emergência de plântulas no campo	16
3.6. Índice de velocidade de emergência de plântulas	17
3.7. Teste de sanidade	17
3.8. Produção de aldeídos	18
3.9. Análise estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1. Teste de germinação	20
4.2. Sementes mortas no teste de germinação	24
4.3. Porcentagem de germinação na primeira contagem do TG	24
4.4. Emergência em leito de areia	25
4.5. Envelhecimento acelerado	27
4.6. Produção de aldeídos	27
4.7. Índice de velocidade de emergência	29
4.8. Porcentagem de emergência de plântulas em campo	31
4.9. Sanidade	31
4.10. Correlação entre os caracteres avaliados	35
4.11. Considerações gerais	42
5. RESUMO E CONCLUSÕES	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
APÊNDICE	52

RESUMO

GONDIM, Tânia Cristina de Oliveira, M. S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2001. **Qualidade fisiológica de sementes de soja com presença ou ausência de lipoxigenases, em diferentes épocas de colheita.** Orientador: Carlos Sigueyuki Sedyama. Conselheiros: Valterley Soares Rocha e Maurílio Alves Moreira.

Avaliou-se o efeito da eliminação genética das três lipoxigenases de sementes de soja sobre sua qualidade fisiológica e sanitária. Sementes das variedades CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16 e de suas respectivas linhagens sem lipoxigenases nas sementes (triplo-nulas) foram multiplicadas em campo e a colheita efetuada no estágio R₈ de maturação e aos 15, 30 e 45 dias após este estágio. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem do teste de germinação, emergência em leito de areia, envelhecimento acelerado, porcentagem de emergência de plântulas em campo e índice de velocidade de emergência de plântulas em campo. Foram realizados também o teste de sanidade e a determinação do teor de aldeídos totais pelo método colorimétrico do MBTH. A quarta época de colheita (R₈ + 45 dias) evidenciou as maiores diferenças entre os materiais

com ou sem lipoxigenases. As sementes das linhagens sem lipoxigenases derivadas das variedades Doko-RC e UFV-16, apresentaram maior susceptibilidade à deterioração no campo, provocada pelo atraso da colheita. Não houve efeito da retirada de lipoxigenases sobre a qualidade de sementes das linhagens triplo-nulas derivadas das variedades CAC-1 e Cristalina. As características de germinação e vigor correlacionaram-se, significativamente, com a incidência de fungos, sugerindo ser este o motivo dos baixos valores obtidos nesses testes para as linhagens triplo-nulas de Doko-RC e UFV-16. Não foi possível estabelecer relação direta entre retirada de lipoxigenase e qualidade de sementes, nas linhagens estudadas.

ABSTRACT

GONDIM, Tânia Cristina de Oliveira, M. S., Universidade Federal de Viçosa, August, 2001. **Physiological quality of soybean seeds with the presence or absence of lipoxigenases, at different harvesting times.** Adviser: Carlos Sigueyuki Sedyama. Committee members: Valterley Soares Rocha and Maurílio Alves Moreira.

The effect of genetic elimination of the three lipoxygenases from the seeds of soybean on their physiological and sanitary quality was evaluated. Seeds of varieties CAC-1, Cristalina, Doko-RC and UFV-16 and of their respective lines without lipoxygenases in the seeds (triple-null) were multiplied in the field and were harvested at the R8 stage and 15, 30 and 45 days later. The physiological quality of the seeds was evaluated by the germination test, first counting on the germination test, emergence in sand bed, accelerated aging, and percentage and rate of emergence in the field. Data on sanitary quality of the seed and total aldehyde content evaluated by the MBTH method were also obtained. The largest differences between the materials with or without lipoxygenases were evidenced on the fourth harvesting time (R8+45 days). The seeds of the lines lacking lipoxygenases, derived from Doko-RC and UFV-16, presented greater susceptibility to field decay with harvest delaying. The genetic elimination of lipoxygenases from the seeds did not affect the quality of seeds of the triple-null lines derived from CAC-1 and Cristalina. Germination and vigour were significantly correlated to fungi incidence, suggesting that this was one of the reasons for the lower values observed for the seeds of triple-null lines of Doko-RC and UFV-16. It was not possible to establish a direct relationship between lipoxygenases elimination and seed physiological and sanitary quality of the studied lines.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), embora originária de região de clima temperado, apresenta boa adaptação agrônômica às condições de climas subtropical e tropical encontradas em várias regiões do Brasil, constituindo uma das principais fontes de divisas do setor agrícola.

Em razão de seu alto valor nutritivo, a soja recebe atenção especial dos profissionais que trabalham com alimentação. Entretanto, a aceitação da soja como alimento é ainda limitada em virtude de seu sabor e odor característicos, conhecidos como "beany flavor", cuja principal causa são as isoenzimas lipoxigenases (WOLF, 1975).

As lipoxigenases catalisam a reação de hidroperoxidação do ácido linoléico e de outros lipídios poliinsaturados. A degradação subsequente dos hidroperóxidos formados leva ao aparecimento de diversos compostos, que têm sido relacionados ao desenvolvimento de sabores indesejáveis em produtos derivados de soja (BARROS *et al.*, 1984). Como alternativa para solucionar este problema e melhorar as características organolépticas dos produtos derivados dos grãos de soja, aumentando, assim, sua aceitação pelo consumidor, programas de melhoramento genético têm desenvolvido linhagens de soja com ausência de lipoxigenases nos grãos.

A cultura da soja tem sido objeto de intensa atividade de pesquisa, visando à obtenção de informações que possibilitem aumentos em sua produtividade. Para obter elevados rendimentos por área, além de técnicas adequadas de cultivo, é indispensável ainda a utilização de sementes de boa qualidade, com elevado potencial genético (BRACCINI, 1993). Assim, a obtenção de cultivares com sementes de alta qualidade fisiológica e elevado potencial de conservação tem sido prioridade nos programas de melhoramento.

Este trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quatro variedades de soja e de suas linhagens sem as três lipoxigenases obtidas por retrocruzamentos, colhidas com diferentes períodos de retardamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Lipoxigenases

A aceitação da soja como alimento é ainda limitada, em virtude de seu sabor e odor característicos, que têm como principal causa as enzimas lipoxigenases.

Os grãos de soja livres de lipoxigenases têm potencial na fabricação de iogurte de soja, extrato hidrossolúvel de soja, sorvetes e outros produtos, além da vantagem de maior estabilidade no armazenamento (KITAMURA, 1995). Assim, a diminuição do teor de lipoxigenase de sementes de soja é um pré-requisito para o seu maior uso em alimentos e sua maior aceitabilidade pelo consumidor (ZOUGARI, 1995).

Os principais substratos para as lipoxigenases são o ácido linolênico e o linoléico, sendo este último o mais abundante em sementes de soja (HILDEBRAND, 1989).

Os aldeídos são um dos principais produtos da atuação das lipoxigenases sobre os ácidos graxos poliinsaturados. Estudos foram realizados por REIS *et al.* (1989) para verificar a correlação entre a evolução de hexanal e aldeídos totais e a germinação e vigor das sementes de soja sendo verificado a ocorrência de correlação significativa entre a perda de vigor das sementes e a evolução de hexanal e aldeídos totais.

As isoenzimas lipoxigenases (linoleato: oxigênio oxidoredutase) catalisam a peroxidação de moléculas contendo grupos *cis*, *cis* 1,4 pentadieno. Na semente de soja, estão presentes nas formas de Lox 1, Lox 2, e Lox 3 e catalisam a hidroperoxidação de lipídios poliinsaturados. Posteriormente, estes hidroperóxidos são convertidos em compostos associados ao sabor e odor indesejáveis (BARROS *et al*, 1984).

O papel fisiológico das lipoxigenases em plantas é ainda pouco conhecido, mas há indícios de que possam estar relacionadas com o crescimento, desenvolvimento, senescência e resistência à pragas (HILDEBRAND, 1989).

Em estudos sobre a estrutura e a comparação das lipoxigenases (Lox 1, 2 e 3), SKRYPCZAK *et al.* (1997) afirmam que estas enzimas possuem diferenças de catálise, embora compartilhem 72% de identidade seqüencial, possuindo uma diferença de apenas 255 aminoácidos.

Estudando as relações genéticas entre os genes para as isoenzimas lipoxigenases (Lox 1, Lox 2 e Lox 3) em sementes de soja, HAJIKA *et al.* (1992) efetuaram cruzamentos entre variedades e linhagens triplo-nulas e cruzamentos entre linhagens, observando que a análise das sementes da progênie F2 indicou que o *locus* de Lox 3 era independente dos *loci* de Lox 1 e de Lox 2. Já os *loci* de Lox 1 e de Lox 2 foram herdados como se estivessem no mesmo *locus*. Nesse trabalho, concluíram também que o processo de eliminação genética de lipoxigenases das sementes não foi letal a seu processo de desenvolvimento.

Com a retirada das lipoxigenases, há possibilidade de alteração na qualidade fisiológica dessas sementes sendo, portanto, necessário verificar seu comportamento (SEDIYAMA *et al.*, 1999). Assim, o programa de melhoramento de soja da UFV vem desenvolvendo linhagens de soja com ausência das isoenzimas, adaptadas às condições de Minas Gerais, por meio de retrocruzamentos, e tem realizado também pesquisas, com o objetivo de avaliar o comportamento dessas novas linhagens com relação a sua qualidade fisiológica e características agrônômicas.

Em avaliação de campo de uma linhagem de soja triplo-nula, HAJIKA *et al.* (1995) concluíram que a linhagem avaliada não mostrou qualquer

anormalidade, sugerindo que as lipoxigenases não são essenciais ao crescimento normal da soja.

NARVEL *et al.* (1998), avaliando características agronômicas de soja com e sem lipoxigenases nas sementes, não encontraram diferença de desempenho entre os genótipos e concluíram que é possível desenvolver cultivares de soja com ausência de lipoxigenases com características agronômicas desejáveis.

SEDIYAMA *et al.* (1998), estudando as linhagens obtidas pela introdução de genes para ausência de lipoxigenases no cultivar Cristalina, com ausência de lipoxigenase 1 (CR₁), 3 (CR₃), 1 e 3 (CR_{1,3}) e 2 e 3 (CR_{2,3}), encontraram maior vigor naquelas com ausência da lipoxigenase 3 (CR₃, CR_{1,3} e CR_{2,3}).

Em estudos sobre os efeitos fisiológicos das lipoxigenases de sementes de soja sobre insetos, MOHRI *et al.* (1990) verificaram que os produtos da oxidação do ácido linoléico pelas lipoxigenases tiveram efeito repelente sobre *Riptortus clavatus*, uma praga da soja, que preferiu as sementes sem lipoxigenases. Concluíram, assim, que os produtos da oxidação de lipídios pelas lipoxigenases podem estar relacionados a um sistema de defesa contra insetos.

MARENCO *et al.* (1995) avaliando a fotossíntese e a atividade da lipoxigenase das folhas em genótipos de soja desprovidos das enzimas lipoxigenases nas sementes, observaram que não houve diferenças na taxa fotossintética entre os genótipos, mas que a atividade de Lox nas folhas foi maior no genótipo com as três enzimas do que nas sementes triplo-nulas.

Na comparação da performance agronômica e na infecção por fungos responsáveis pela queima do caule e da vagem (*Phomopsis longicolla*), em linhagens de soja desprovidas das enzimas lipoxigenases, PFEIFFER *et al.* (1992) concluíram que a eliminação genética de Lox 1 não teve efeito negativo sobre as características agronômicas, e afirmam que os genótipos de soja com níveis reduzidos de lipoxigenases não ocasionaram maior incidência do fungo do que os genótipos contendo todas as lipoxigenases.

2.2. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes

A semente é o elo entre o passado, o presente e o futuro. Sua função principal é a preservação da espécie. Por outro lado, ela desempenha um papel de fundamental importância no desenvolvimento de uma agricultura tecnificada e desenvolvida, por ser um insumo básico de grande valor (SEDIYAMA *et al.*, 1981).

O processo de formação da semente consta de uma série de transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais que se iniciam a partir da fertilização do óvulo, prosseguindo até o momento em que as sementes estão aptas a serem colhidas (DELOUCHE, 1971). O conceito de qualidade de semente é constituído pelo somatório de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que afetam sua capacidade de originar plantas de alta produtividade (POPINIGIS, 1977). Na maturidade fisiológica, as sementes possuem o máximo vigor e germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Sob o ponto de vista fisiológico, esta seria a época ideal de colheita, pois, a semente exibe, além de máximo vigor e germinação, o menor grau de deterioração. Mas, neste ponto, a colheita mecanizada é inviável em razão do alto teor de água apresentado pela semente (MARCOS FILHO, 1980).

Sementes oleaginosas, como a soja, contêm grande quantidade de ácidos graxos poliinsaturados, sendo, provavelmente, mais suscetíveis ao envelhecimento do que aquelas ricas em carboidratos e proteínas (VICK e ZIMMERMAN, 1976).

TRAWATHA *et al.* (1995) investigando as mudanças nos ácidos graxos livres e produtos de sua peroxidação na qualidade de sementes durante seu processo deterioração, concluíram, através de testes de determinação do conteúdo de ácidos graxos livres, aldeídos e testes de vigor, que o vigor foi o primeiro componente da qualidade da semente a ser reduzido em todos os cultivares, seguido pelo declínio na percentagem de germinação. Constatou, também, que a quantidade dos produtos da peroxidação dos ácidos graxos, aumentou com a deterioração das sementes.

A germinação sempre foi um parâmetro muito utilizado para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, mas a ausência de uma estreita relação entre a germinação de sementes, obtida em laboratório, e a emergência de plântulas em campo foi responsável pelo desenvolvimento do conceito de vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A viabilidade e o vigor são atributos fundamentais para a avaliação da qualidade fisiológica.

O vigor de sementes é a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente, ou de um lote de sementes, durante a germinação e a emergência de plântulas, ou o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas sobre uma ampla faixa de condições (AOSA, 1983); ou ainda, a capacidade de apresentar desempenho adequado, quando expostas a diferentes condições de ambiente (MARCOS FILHO, 1994).

As condições climáticas podem, também, afetar a qualidade das sementes de soja, exercendo sua influência nos estádios anteriores e posteriores à maturidade fisiológica. No entanto, há maior disponibilidade de informações sobre os efeitos de condições adversas durante o período pós-maturidade (MARCOS FILHO, 1986).

Sementes de soja são muito sensíveis a impactos, geralmente verificados durante as operações de colheita, transporte, secagem, beneficiamento e armazenamento e, à medida em que a semente seca, o envoltório torna-se quebradiço, facilitando a difusão da água, a entrada de microorganismos e, portanto, a deterioração (MARCOS FILHO, 1998).

A utilização de sementes de alta qualidade, principalmente nos trópicos, é fundamental para o estabelecimento de um cultivo de soja com população adequada e obtenção de alta produtividade. A perda do vigor e da viabilidade da semente, causada por condições de campo e de armazenagem desfavoráveis, tem sido um grande problema na produção de soja enquanto a obtenção de cultivares com sementes de alta qualidade fisiológica tem sido um desafio à produção de soja do Brasil (MOREIRA *et al.*, 1990).

A semente de soja assume importante papel na disseminação e transmissão de inúmeros microorganismos, seja de um país para o outro ou dentro do próprio país. No campo, a soja é infectada por grande número de doenças fúngicas, bacterianas, além de viroses e nematóides. Dentre estas, as

doenças causadas por fungos são consideradas muito importantes, não somente pelo maior número, mas pelos prejuízos causados, tanto no rendimento quanto na qualidade das sementes (AZEVEDO, 1998).

Avaliando caracteres agronômicos e qualidade fisiológica e sanitária de genótipos de soja, cultivados em quatro diferentes regiões de Minas Gerais, PASSOS (1994) detectou os principais fungos internos das sementes: *Phomopsis* spp., *Cercospora kikuchii* e *Fusarium* spp.

As sementes da soja são extremamente sensíveis à deterioração por infecção fúngica, principalmente na maturidade e nas fases de maturação, pós-maturação e pós-colheita e durante o armazenamento. Os microorganismos que atacam as sementes reduzem sua germinação e transmitem doenças às novas safras (DHINGRA e ACUÑA, 1997). As qualidades fisiológica e sanitária das sementes variam entre genótipos, época de semeadura, regime hídrico, ano agrícola e, invariavelmente, foram associadas à infecção de sementes, principalmente por fungos (GONÇALVES, 1989).

2.3. Retardamento de colheita

Estudos realizados nas condições brasileiras são unânimes em apontar o retardamento na colheita da soja, após atingir o estágio R8, proposto por FEHR e CAVINESS (1979), como um dos principais fatores da redução da capacidade germinativa das sementes (COSTA *et al*, 1987).

A deterioração da semente é uma fase que leva à perda do vigor e é definida como um processo que envolve mudanças ou alterações citológicas, fisiológicas, bioquímicas e físicas que, eventualmente, causam a morte das sementes, sendo esta fase inexorável, irreversível e progressiva (DELOUCHE *et al*, 1973).

O modelo da peroxidação de lipídios, proposto por WILSON JR. e McDONALD JR. (1986), tem como principal variável o tempo. Durante o armazenamento, os lipídios das sementes são submetidos a um lento ataque por oxigênio, formando hidroperóxidos, outros ácidos graxos oxigenados e radicais livres. Os radicais livres são instáveis e reagem com as moléculas

mais próximas, alterando-as. A primeira consequência da peroxidação de lipídios em tecidos é a diminuição da taxa respiratória e, também, o declínio na integridade da membrana.

Para obter sementes de boa qualidade, é necessário que a colheita seja feita no estágio R₈ de maturação, pois, o retardamento de colheita resulta numa significativa redução na emergência de plântulas e no aumento de sementes infectadas por fungos. Podem ainda ocorrer perdas de sementes no campo pela deiscência natural das vagens ou pela fragmentação de sementes enfraquecidas com o uso da trilhadeira, ou piorar a qualidade da semente em razão da intempérie no campo (SEDIYAMA, 1972).

Uma das causas da baixa qualidade das sementes de soja está associada à infecção por microorganismos, principalmente quando a colheita é atrasada devido à ocorrência de chuvas. A permanência das sementes da soja no campo, em períodos chuvosos e úmidos intercalados com períodos ensolarados e secos, provoca sucessivos movimentos de retração e entumescimento das sementes, levando à perda de brilho e a formação de rachaduras com o avanço do processo de deterioração e, conseqüentemente, à baixa qualidade dessas sementes (COSTA, 1979).

PEREIRA *et al.* (1979) estudando o efeito da época de colheita em sementes de soja, concluíram que quanto mais retardada foi a colheita, tornou-se mais difícil produzir sementes de soja com boa qualidade e boa capacidade de emergência.

RESENDE (1993) e QUEIROZ (2000) estudando a qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas a diferentes épocas de colheita, constataram um comportamento diferenciado entre os genótipos e concluíram que o retardamento de colheita prejudicou a qualidade fisiológica das sementes de todos os genótipos estudados.

CARVALHO (1997) relata que a porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas aumentou, linearmente, com o atraso na época de colheita e ZITO (1994) constatou que o retardamento de colheita por 30 dias após o estágio R₈ não provocou diminuição na capacidade germinativa das sementes, o que foi atribuído ao fato de o retardamento ter ocorrido numa época em que houve predominância de períodos secos, sem alternância com períodos chuvosos, o que contribuiu para a não ocorrência de deterioração por umidade.

BRACCINI (1993) constatou ser o período de retardamento de 45 dias, após a maturidade a campo, o mais adequado para a diferenciação de genótipos de soja quanto à qualidade das sementes em Viçosa.

Em condições climáticas normais, se as sementes são colhidas em época de colheita apropriada, a infecção por fungos é mínima. Com o atraso de colheita, em condições de alta umidade, quer em forma de chuva, quer em forma de orvalho, a quantidade de sementes infectadas aumenta muito e rapidamente (DHINGRA e SILVA, 1978).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Campo Experimental “Professor Diogo Alves de Melo”, no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia e em laboratórios do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (Bioagro), da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

As sementes das variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16 e dos respectivos genótipos triplo-nulos (ausência das três lipoxigenases: Lox1, Lox2 e Lox3) foram fornecidas pelo Bioagro. As sementes com ausência de Lox foram obtidas por meio de retrocruzamentos, que visaram a eliminação genética de lipoxigenases nas variedades. Para isso, foram realizados cinco ciclos de retrocruzamentos para a UFV-16 e seis ciclos para CAC-1, Cristalina e Doko-RC.

Foi efetuado o plantio das variedades CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16 e suas linhagens sem Lox no ano agrícola 1999/2000 (dezembro). O solo foi arado, e gradeado e foram utilizados 600 kg da fórmula 4-14-8 por hectare para adubação no plantio. A semeadura foi efetuada em fileiras de 16 m de comprimento e espaçamento de 0,65 m entre fileiras. Foi realizado um desbaste aos 22 dias após a emergência das plântulas, para obtenção da densidade de 12 plantas por metro linear. Foram realizadas duas capinas e irrigação por aspersão, quando necessárias.

Algumas características agronômicas de cada variedade e de seu respectivo triplo-nulo estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Características agronômicas dos materiais genéticos avaliados no experimento

Material genético	Nº de nós	Altura média da planta	Cor da flor	Cor da pubescência
CAC-1	15	66 cm	Roxa	Branca
CAC-1 TN	15	65 cm	Roxa	Branca
Cristalina	17	66 cm	Roxa	Branca
Cristalina TN	16	80 cm	Roxa	Branca

Doko-RC	18	91 cm	Branca	Marrom
Doko-RC TN	16	91 cm	Branca	Marrom
UFV-16	16	86 cm	Branca	Marrom
UFV-16 TN	15	76 cm	Branca	Marrom

TN: Triplo-nulo (ausência de Lox 1, Lox2 e Lox3)

As sementes foram colhidas em quatro épocas, para possibilitar a obtenção de sementes em diferentes estádios de deterioração. A primeira colheita foi realizada no estágio R_8 da escala de FEHR e CAVINESS (1979), quando 95% das vagens apresentavam-se maduras. As colheitas posteriores foram realizadas aos 15, 30 e 45 dias após este estágio. As datas de colheita de cada genótipo encontram-se no Quadro 2.

Na Figura 1 são apresentados os dados climáticos referentes ao período de 23/12/1999 a 30/06/2000, no município de Viçosa, MG, correspondente ao período do plantio à colheita do material analisado.

Após a colheita, as plantas foram levadas para um galpão, para secagem à temperatura ambiente. Em seguida, procedeu-se à debulha das plantas, em trilhadeira estacionária de parcelas experimentais de cilindro regulado para aproximadamente 500 rpm. Posteriormente, as sementes colhidas nas quatro épocas foram armazenadas em câmara fria e seca, regulada à temperatura de 10°C e umidade relativa do ar de 65%, onde permaneceram até a realização dos testes.

Quadro 2 – Datas de colheita dos materiais genéticos estudados no ano agrícola 1999/2000 (data de plantio 23/12/1999)

<i>Material</i>	<i>Épocas de colheita</i>			
	R_8	R_8+15 dias	R_8+30 dias	R_8+45 dias
<i>Genético</i>				

<i>CAC-1</i>	<i>05/05</i>	<i>20/05</i>	<i>04/06</i>	<i>19/06</i>
<i>CAC-1 TN</i>	<i>05/05</i>	<i>20/05</i>	<i>04/06</i>	<i>19/06</i>
<i>Cristalina</i>	<i>09/05</i>	<i>24/05</i>	<i>08/06</i>	<i>23/06</i>
<i>Cristalina TN</i>	<i>09/05</i>	<i>24/05</i>	<i>08/06</i>	<i>23/06</i>
<i>Doko-RC</i>	<i>08/05</i>	<i>23/05</i>	<i>07/06</i>	<i>22/06</i>
<i>Doko-RC TN</i>	<i>08/05</i>	<i>23/05</i>	<i>07/06</i>	<i>22/06</i>
<i>UFV-16</i>	<i>29/04</i>	<i>14/05</i>	<i>29/05</i>	<i>13/06</i>
<i>UFV-16 TN</i>	<i>29/04</i>	<i>14/05</i>	<i>29/05</i>	<i>13/06</i>

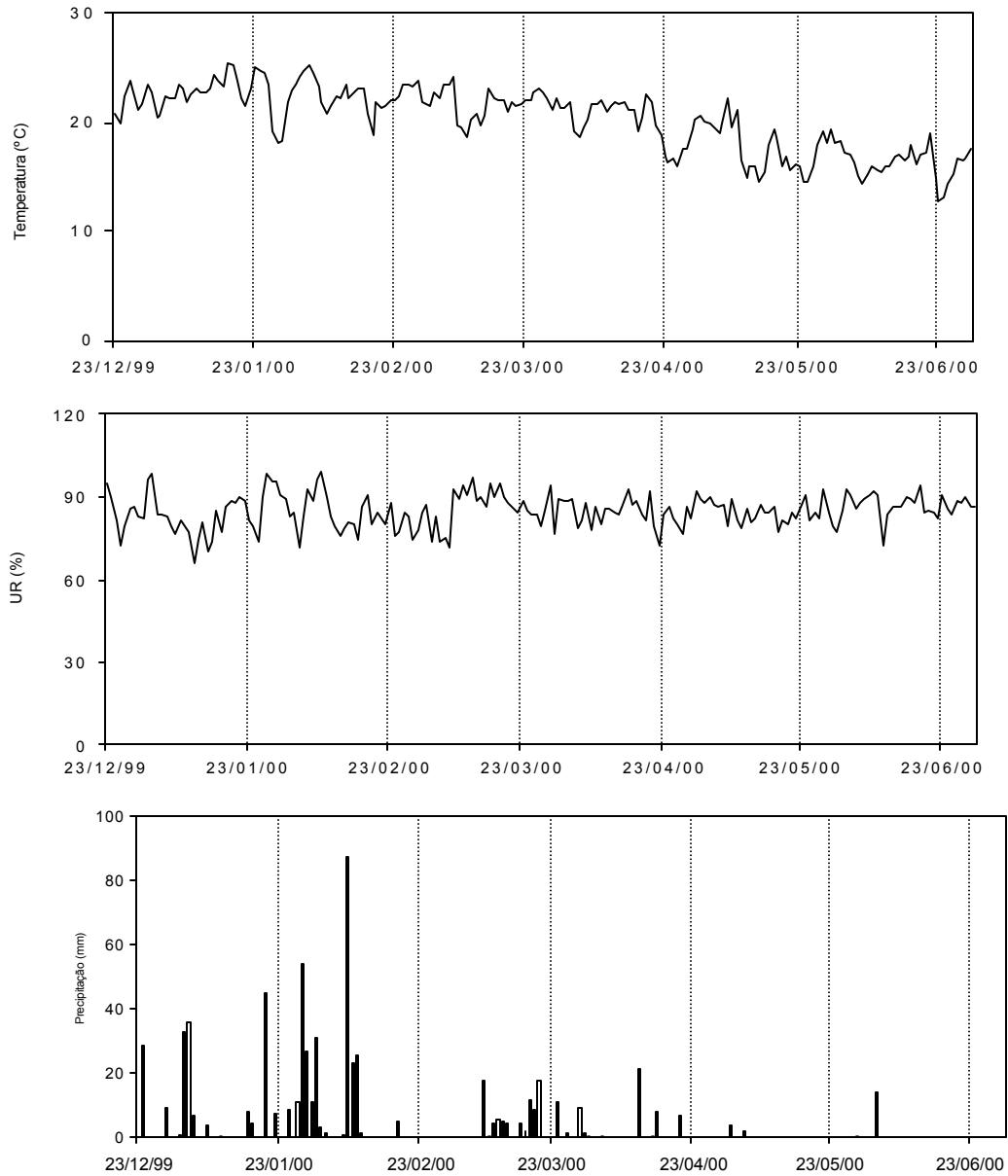
TN: Triplo-nulo (ausência de Lox 1, Lox2 e Lox3)

A qualidade das sementes, de cada tratamento, foi avaliada pelo teste de germinação (TG), primeira contagem no teste de germinação, emergência em leito de areia, envelhecimento acelerado, porcentagem de emergência de plântulas no campo, índice e velocidade de emergência em campo (IVE), sanidade e produção de aldeídos.

3.1. Determinação do grau de umidade

Para a determinação do grau de umidade, foi utilizado o método padrão de estufa. Para isso, utilizaram-se recipientes de metal com duas repetições. Os recipientes vazios foram, primeiramente, colocados abertos em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por uma hora; após este período, foram imediatamente tampados e colocados em dessecador por 30 minutos para o seu resfriamento, sendo, em seguida, pesados. Após anotação dos pesos dos recipientes, foram

adicionadas à estes as sementes e, em seguida, levados para estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Após este período, os recipientes foram retirados da estufa



UFV-16 e UFV-16 TN (29/04 a 13/06)
CAC-1 e CAC-1 TN (05/05 a 19/06)
Doko-RC e Doko-RC TN (08/05 a 22/06)
Cristalina e Cristalina TN (09/05 a 23/06)

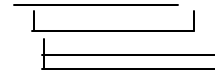


Figura 1 – Dados diários de temperatura média, umidade relativa do ar média e precipitação pluvial, no período de 23/12/1999 a 30/06/2000, e representação dos períodos de colheita, a partir de R_8 até R_8+45 dias, dos materiais genéticos estudados.

e, imediatamente, tampados e colocados em dessecador por 30 minutos. Posteriormente, os recipientes com as sementes secas foram pesados sendo determinado o grau de umidade das sementes (base úmida) segundo os cálculos estabelecidos pela Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

O grau de umidade das sementes variou de 9,11% a 10,10% (base úmida).

3.2. Testes de germinação e primeira contagem do TG

Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, para cada genótipo e época de colheita. As sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel-toalha e cobertas por uma terceira folha, previamente umedecidas com água destilada, utilizando um volume de 2,5 vezes o peso do substrato. Posteriormente, foram confeccionados rolos, que foram colocados em germinador regulado à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

As contagens foram realizadas aos cinco dias (correspondente ao teste de primeira contagem de germinação) e aos oito dias (correspondente ao teste de germinação), após a instalação do teste e as avaliações foram efetuadas segundo critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Foram determinadas as porcentagens de plântulas normais e sementes mortas, em cada amostra.

3.3. Teste de emergência em leito de areia

Em bandejas de plástico (27 x 32 x 6 cm), contendo areia previamente lavada e esterilizada com brometo de metila, foram semeadas 100 sementes de cada genótipo, para as quatro subamostras de 25 sementes por sulco. Esse teste foi realizado em casa-de-vegetação, e as irrigações foram realizadas sempre que necessárias. A avaliação e a contagem de plântulas normais foram feitas no décimo dia, quando a maioria das plântulas apresentavam o primeiro par de folhas unifolioladas completamente abertas. Os resultados foram

expressos em porcentagem de plântulas normais, de acordo com critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). As temperaturas mínimas e máximas na casa-de-vegetação, durante a condução do teste, variou de 18 a 22°C (mínima) e de 24 a 38°C (máxima), no período da manhã, e de 19 a 33°C (mínima) e 30 a 41°C (máxima), no período da tarde.

3.4. Teste de envelhecimento acelerado

De acordo com a metodologia descrita por McDONALD e PHANEENDRANATH (1978), foram colocadas 250 sementes, por tratamento, sobre tela em caixa gerbox adaptada, contendo, ao fundo, 40 mL de água destilada, a fim de proporcionar um ambiente de umidade relativa próxima a 100%. As caixas foram fechadas e transferidas para estufa incubadora tipo BOD, onde permaneceram por 48 horas a 41°C, conforme recomendações de KRZYZANOWSKI *et al.* (1991). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, em quatro repetições de 50 sementes, conforme descrito no item 3.2. As avaliações foram realizadas cinco dias após a instalação do teste, sendo o resultado expresso em porcentagem de plântulas normais.

3.5. Teste de porcentagem de emergência de plântulas no campo

Foram utilizadas 400 sementes de cada genótipo e época de colheita, em quatro repetições de 100 sementes, semeadas em espaçamento, profundidade e época indicada para a cultura, no mês de novembro de 2000, compondo quatro blocos. Cada repetição foi semeada em sulcos de três metros de comprimento. Após a semeadura e a cobertura do sulco, foram efetuadas irrigações, quando necessário. A contagem das plântulas emergidas

foi feita uma única vez, aos 17 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de emergência de plântulas.

3.6. Índice de velocidade de emergência de plântulas

A instalação do teste foi feita conforme descrito no item 3.5. Foram feitas observações diárias e, a partir do dia em que a primeira plântula emergiu do solo contou-se, diariamente, em cada linha, o número de plântulas que atingiram um estágio de crescimento preestabelecido, com os cotilédones acima da superfície do solo, ainda fechados e perpendiculares ao eixo longitudinal do hipocótilo, até que este número fosse constante. Para a avaliação do teste, foi empregado o índice de velocidade de emergência (IVE), sendo calculado através da fórmula de MAGUIRE (1962):

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$$

em que

IVE = índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2, \dots, E_n = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem; e,

N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

3.7. Teste de sanidade

A qualidade sanitária das sementes foi avaliada pelo “Blotter test” ou teste do papel-filtro, como indicado pela Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Em caixas gerbox lavadas e desinfetadas com hipoclorito de sódio a 2%, foram colocadas seis folhas de papel-filtro autoclavadas e embebidas em água, com estreptomicina 100 mg/L. Em cada gerbox foram distribuídas, eqüidistantemente, 25 sementes previamente tratadas com álcool a 70%, por um minuto, com hipoclorito de sódio a 2%, por mais um minuto, e lavadas em água desmineralizada. Foram analisadas 200 sementes de cada tratamento (oito repetições de 25 sementes). As caixas permaneceram em ambiente de laboratório por um período de sete dias, segundo critérios adotados por HENNING (1987). Após o crescimento e a esporulação dos patógenos, foi determinada a porcentagem de sementes infectadas por *Phomopsis* ssp., *Fusarium* ssp., *Cercospora kikuchii* e a porcentagem do total de fungos.

3.8. Produção de aldeídos

Para verificação da produção de aldeídos, foram analisadas duas repetições de 5 g de sementes de cada material genético, em cada época de colheita. Foi utilizado o método colorimétrico descrito por WILSON JR. e McDONALD JR. (1986), com modificações sugeridas por REIS *et al.* (1989) e SANTOS *et al.* (1993), tendo como reagente de cor o 3-metil-2-benzotiazolinona hidrazona (MBTH). As repetições de cada amostra foram colocadas em papéis-toalha dobrados em forma de envelope previamente umedecidos com água destilada, e mantidas em germinador a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.

Após esse período, as sementes foram retiradas e colocadas em erlenmeyers, contendo 100 mL de solução de etanol absoluto 2%, e novamente incubadas em germinador a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para extração dos aldeídos. Após um período de duas horas, os erlenmeyers foram retirados do germinador e de cada um foi tomada uma alíquota de 400 μL da solução, colocada em tubo de ensaio, ao qual foram adicionados 400 μL da solução de MBTH 0,1%. Após cinco minutos, adicionou-se 1,0 mL de solução de FeCl_3 0,23%. Cinco minutos

após o tratamento com FeCl_3 , foram adicionados 2,5 mL de acetona para interromper a reação. Os resultados foram obtidos pela leitura de absorvância em 635 nm, em espectrofotômetro BECKMAN, modelo DU-65, e expressos em valores de absorvância por 5 g de sementes.

3.9. Análise estatística

Os dados obtidos no teste de germinação, primeira contagem de germinação, germinação em leito de areia, envelhecimento acelerado, produção de aldeídos e sanidade foram analisados, utilizando-se o modelo inteiramente casualizado, com quatro repetições e com parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelas quatro variedades, com presença ou ausência de lipoxigenase, e as subparcelas constituídas pelas quatro épocas de colheita. Os dados dos testes de porcentagem de emergência de plântulas no campo e índice de velocidade de emergência de plântulas foram analisados considerando o modelo em blocos casualizados, com quatro repetições e com parcelas subdivididas, sendo as parcelas e subparcelas como anteriormente definidas. Os dados de porcentagem resultantes de contagens foram previamente submetidos à transformação angular. A discussão dos resultados foi realizada, com base na significância do teste F e de Tukey ($P < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância relativas aos dados dos testes de germinação (TG), primeira contagem no teste de germinação, germinação em leito de areia, envelhecimento acelerado e produção de aldeídos encontram-se no Quadro 3; dos dados relativos ao teste de porcentagem de emergência de plântulas em campo e índice de velocidade de emergência no Quadro 4; e o relativo à avaliação de sanidade, no Quadro 5.

Para cada variável analisada, verificou-se um conjunto diferenciado de efeitos significativos das diferentes fontes de variação.

4.1. Teste de germinação

Quanto aos dados do potencial de germinação, obtidos no teste padrão, a análise de variância (Quadro 3) mostrou efeito significativo de variedade, da presença ou ausência de lipoxigenases nas sementes (Lox), época de colheita e das interações época de colheita x variedade e época de colheita x Lox.

Na análise do potencial de germinação (Figura 2), verifica-se que não houve diferença entre os materiais estudados, na primeira época de colheita (R₃), quando todas as sementes apresentaram maior potencial de germinação. Com o retardamento de colheita, houve queda nesse potencial, porém de maneira diferenciada nas variedades.

Quadro 3 – Resumo da análise de variância dos dados do teste de germinação (TG), sementes mortas no TG, primeira contagem no TG, emergência em leito de areia, envelhecimento acelerado e produção de aldeídos, das sementes dos materiais genéticos estudados, colhidas em quatro épocas

FV	G	Quadrado Médio					
		Germinação ¹	SEM. MORTAS ¹	PRIM. CONT. ¹	EMERG. AREIA ¹	Env. acel. ¹	Aldeídos
VARIEDADE (V)	3	262,75 *	366,87 **	254,01 *	585,29 *	386,08 *	4,389 *
LIPOXIGENASE (L)	1	379,56 *	125,08 N s	334,34 *	54,93 N S	435,91 *	0,011 N S
V X L	3	186,11 N S	68,76 N s	202,71 *	105,61 N S	161,85 N S	0,376 *
RESÍDUO-A	24	64,72	76,29	66,72	94,56	102,39	0,044
ÉPOCA (E)	3	3.301,7 ** 1	2980,93 **	3214,39 *	2994,31 *	10273,70 *	3,598 *
							4

E X V	9	54,08 **	67,21 *	54,87 *	35,89 N S	118,48 *	0,925 *
E X L	3	146,49 **	69,49 N S	159,17 *	93,61 N S	421,41 *	0,017 N S
E X V X L	9	22,83 N S	94,50 **	25,64 N S	12,53 N S	170,61 *	0,312 *
RESÍDUO-B	72	18,66	25,88	18,33	35,57	29,10	0,074
CV PARCELAS		12,91	60,49	13,16	15,56	23,53	43,31
(%)							0
CV SUBPARC.		6,93	35,14	6,90	9,55	12,54	55,67
(%)							0

** F significativo a 1% de probabilidade.

* F significativo a 5% de probabilidade.

ns F não-significativo a 5% de probabilidade.

1/ Valores transformados para arcoseno $\sqrt{x/100}$.

QUADRO 4 – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA NO CAMPO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE) DAS SEMENTES DOS MATERIAIS GENÉTICOS ESTUDADOS, COLHIDAS EM QUATRO ÉPOCAS

FV	GL	QUADRADO MEDIO	
		EMERGÊNCIA NO CAMPO ¹	IVE
BLOCOS	3	181,7245	22,1401
VARIEDADE (V)	3	450,4574 *	37,0051 *
LIPOXIGENASE (L)	1	63,6365 N S	4,6318 NS
V X L	3	88,1221 N S	8,7231 NS
RESÍDUO – A	21	98,2768	9,8406
ÉPOCA (E)	3	2.657,8600 **	299,6149 **
E X V	9	9,9169 N S	1,3097 NS
E X L	3	99,6437 *	6,4703 NS
E X V X L	9	88,9318 **	5,9617 *
RESÍDUO – B	72	30,7987	2,6734
CV PARCELA (%)		23,78	40,22
CV SUBPARCELA (%)		13,32	20,96

** F significativo a 1% de probabilidade.

* F significativo a 5% de probabilidade.

ns F não-significativo a 5% de probabilidade.

¹ VALORES TRANSFORMADOS PARA ARCOSENO $\sqrt{x/100}$.

QUADRO 5 – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS RELATIVOS AO TESTE DE SANIDADE DAS SEMENTES DOS MATERIAIS GENÉTICOS ESTUDADOS, COLHIDAS EM QUATRO ÉPOCAS

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		TOTAL DE FUNGOS ¹		<i>FUSARIUM</i> SPP ¹	
VARIÉDADE (V)	3	94,7964	*	35,6147	NS
LOX (L)	1	166,0599	*	17,5631	NS
V X L	3	61,7461	NS	13,3626	NS
RESÍDUO-A	8	22,9993		13,3610	
ÉPOCA (E)	3	366,4335	**	39,4533	NS
E X V	9	24,4185	NS	45,4349	*
E X L	3	8,3148	NS	11,6323	NS
E X V X L	9	43,1349	NS	15,7971	NS
RESÍDUO-B	24	22,6590		18,0060	
CV PARC. (%)		24,41		34,24	
CV SUBP. (%)		19,50		12,39	

** F significativo a 1% de probabilidade.

* F significativo a 5% de probabilidade.

ns F não-significativo a 5% de probabilidade.

¹ Valores transformados para arcoseno $\sqrt{x / 100}$.

Este resultado concorda com os resultados obtidos por RESENDE (1993) que, analisando genótipos de soja submetidos ao retardamento de colheita, constatou que esse procedimento foi prejudicial à viabilidade e ao vigor das sementes.

A queda no potencial de germinação mostrou-se maior nas sementes de Doko-RC e menor nas sementes de UFV-16, enquanto os potenciais da CAC-1 e da Cristalina ficaram em posição intermediária, resultado evidenciado em R₈+30 e R₈+45 dias.

Analisando o efeito da eliminação genética de lipoxigenases das sementes, observou-se que, na quarta época de colheita (R₈+45), houve maior redução do potencial de germinação das sementes da linhagem sem lipoxigenase derivada da variedade Doko-RC (Figura 2). Estas observações estão em conformidade com os resultados obtidos por MARTINS (2001) que, avaliando a germinação de Doko-RC, verificou baixo desempenho da linhagem triplo-nula, quando comparada à variedade correspondente. Resultados semelhantes foram obtidos por DIAS (1999), que verificou que Doko-RC com

ausência das lipoxigenases apresentou maior susceptibilidade à deterioração no campo, provocada pelo retardamento de colheita.

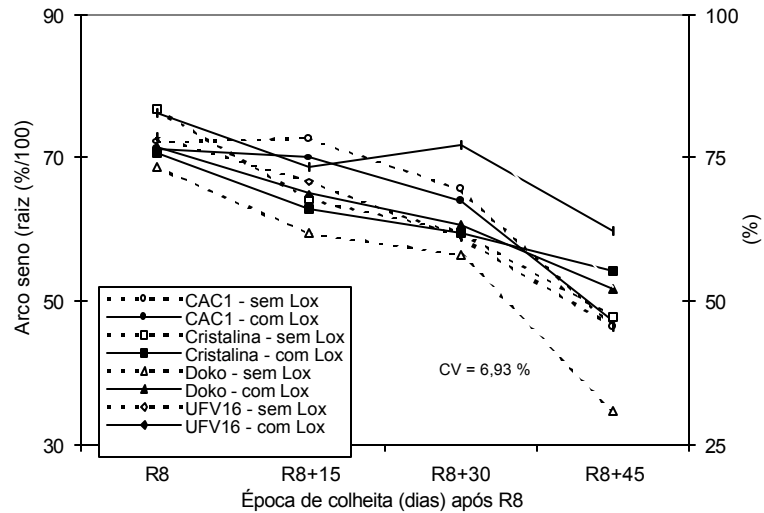


Figura 2 – Porcentagem de germinação obtida no teste de germinação dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 11,34, em graus).

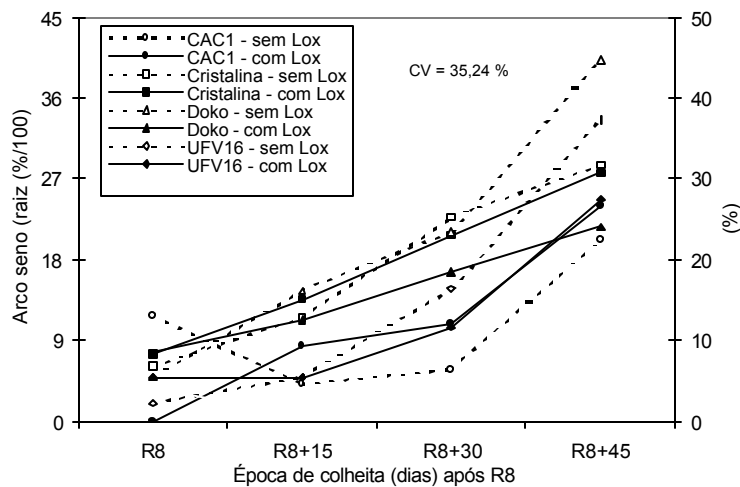


Figura 3 – Porcentagem de sementes mortas obtida no teste de germinação dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 9,51, em graus).

4.2. Sementes mortas no teste de germinação

Em relação aos dados relativos à porcentagem de sementes mortas no TG, a análise de variância (Quadro 3) mostrou efeito significativo de variedade, época de colheita e das interações época de colheita x variedade e época de colheita x variedade x Lox.

Quando se comparou o efeito de eliminação genética de lipoxigenase em cada genótipo dentro de cada época, verificou-se que Doko-RC e CAC-1 sem Lox mostraram-se inferior em relação à sua respectiva variedade. Observou-se, também, um aumento constante dos valores de sementes mortas com o retardamento de colheita (Figura 3).

4.3. Percentagem de germinação na primeira contagem do TG

A análise de variância (Quadro 3) mostrou efeito significativo de variedade, Lox, época de colheita e das interações variedade x Lox, época de colheita x variedade e época de colheita x Lox.

Quando se comparam os dados relativos às quatro épocas de colheita (Figura 4), observa-se, assim como no teste de germinação, maior número de sementes germinadas na primeira época de colheita para todos os materiais, indicativo de maior vigor das sementes nesta época. Também em concordância com o teste de germinação, com o retardamento de colheita, observou-se queda no vigor (primeira contagem) de maneira diferenciada nos genótipos, mostrando a Doko-RC comportamento inferior quando comparada aos outros genótipos.

Quando se avaliou o efeito da eliminação genética em cada variedade e seu respectivo triplo-nulo, observou-se menor vigor das linhagens triplo-nulas de Doko-RC e UFV-16, principalmente na quarta época de colheita.

4.4. Emergência em leito de areia

A análise de variância dos dados de emergência em leito de areia (Quadro 3) mostrou, apenas, o efeito principal significativo de variedade e época de colheita. Nesse teste, não foi verificado efeito da eliminação genética das lipoxigenases em nenhuma época de colheita, variedade ou linhagem triplo-nula. Na média geral, as sementes da CAC-1 e da UFV-16 mostraram-se superiores às sementes da Doko-RC e da Cristalina. Observou-se, também, que houve queda na emergência em leito de areia com o retardamento de colheita (Figura 5).

Os resultados deste teste foram superiores aos resultados que avaliam o potencial de germinação em condições controladas de laboratório. Isto se deve ao fato de que, no teste em leito de areia, as plântulas teriam maior possibilidade de sobrevivência, pois, segundo FRANÇA NETO e HENNING (1984), após a emergência, os tegumentos contaminados por fungos permaneceriam na areia e não teriam contato com os cotilédones, como ocorre em rolo de papel, evitando o apodrecimento.

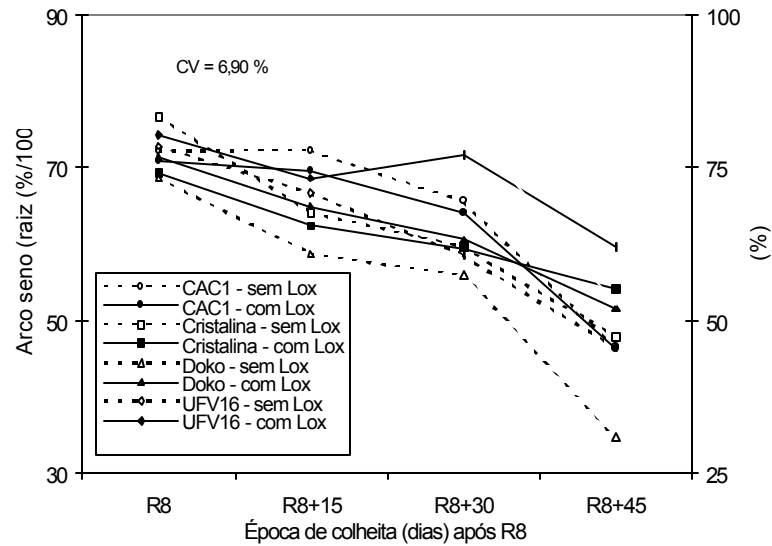


Figura 4 – Porcentagem de emergência obtida na primeira contagem no teste padrão de germinação dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 11,39, em graus).

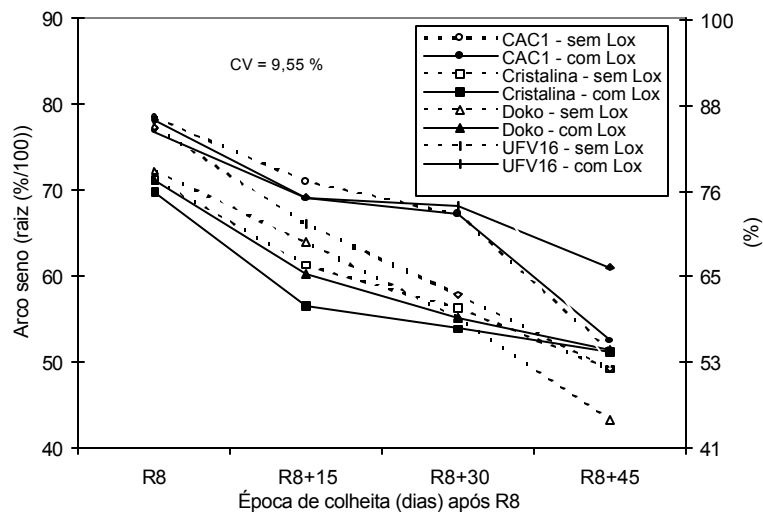


Figura 5 – Porcentagem de emergência em leito de areia dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 8,44, em graus).

4.5 Envelhecimento acelerado

A análise de variância dos dados de envelhecimento acelerado (Quadro 3) mostrou efeito significativo de variedade, Lox, época de colheita e das interações época de colheita x variedade, época de colheita x Lox e época de colheita x variedade x Lox. Este teste mostrou-se eficiente para monitorar a deterioração das sementes em função do retardamento de colheita.

Avaliando o efeito da eliminação genética de lipoxigenases em cada época e em cada genótipo (Figura 6), observou-se que, na quarta época de colheita ($R_8 + 45$) as linhagens triplo-nulas derivadas de Doko-RC e de UFV-16 mostraram-se inferiores às suas respectivas variedades. Estes resultados estão em concordância com os resultados observados no teste de primeira contagem do teste de germinação e com os encontrados por DIAS (1999), que verificou menor vigor de Doko-RC TN submetida ao retardamento de colheita, quando comparado à variedade original, no teste de envelhecimento acelerado.

Quando foi comparado o efeito da eliminação genética de lipoxigenases em cada época de colheita, constatou-se pior desempenho do material triplo-nulo na quarta época. Todos os materiais apresentaram perda de vigor, após o envelhecimento.

O grau de umidade (%) das sementes, após o envelhecimento acelerado, variou de 31,93 a 35,42% (R_8); 32,15 a 37,42% ($R_8 + 15$ dias); 30,09 a 34,76% ($R_8 + 30$ dias) e 30,66 a 34,05% ($R_8 + 45$ dias).

O grau de umidade das sementes, após o envelhecimento acelerado, é um indicador da uniformidade das condições do teste, variações de até 4% entre as amostras são toleráveis.

4.6. Produção de aldeídos

A análise de variância da produção de aldeídos pelas sementes (Quadro 3) mostrou efeito significativo de variedade, época de colheita e das interações

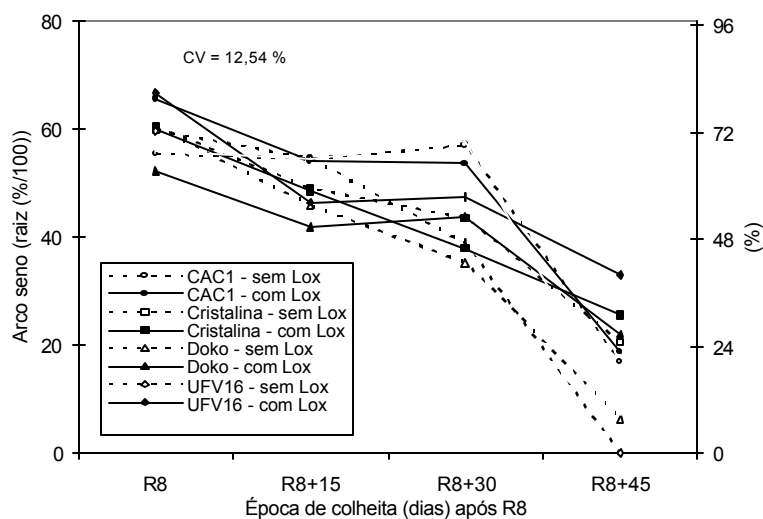
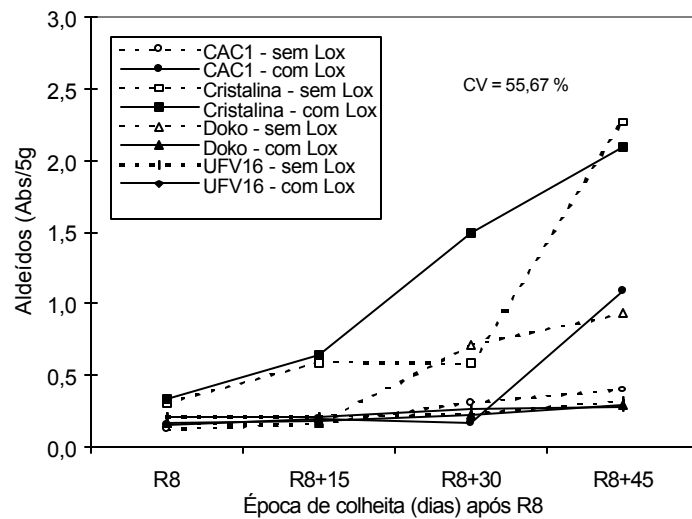


Figura 6 – Porcentagem de germinação obtida no teste de envelhecimento acelerado dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 15,84, em graus).

Figura 7 – Produção de aldeídos dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 0,59).



variedade x Lox, época de colheita x variedade e época de colheita x variedade x Lox.

Os diferentes materiais genéticos apresentaram sementes com diferentes perfis de evolução dos aldeídos, com o retardamento da colheita. Os materiais UFV-16 com ou sem lipoxigenases, Doko-RC com lipoxigenases e CAC-1 sem lipoxigenases apresentaram sementes com as menores produções de aldeídos, em todas as épocas, enquanto Cristalina com ou sem lipoxigenases, mais intensamente, Doko-RC sem e CAC-1 com lipoxigenases apresentaram aumento da evolução de aldeídos com o retardamento da colheita (Figura 7).

Aldeídos em geral são abundantes em sementes de baixa qualidade e esta pode ser uma variável utilizada para avaliar o vigor de sementes (WILSON JR e McDONALD JR., 1986).

As sementes dos genótipos estudados apresentaram aumento na produção de aldeídos totais com o retardamento de colheita, o que também foi observado por CASTRO (1989) e RESENDE (1993).

Não houve consistência do efeito da eliminação genética das lipoxigenases na produção de aldeídos totais.

4.7. Índice de velocidade de emergência

A análise de variância dos dados relativos ao índice de velocidade de emergência (Quadro 4) mostrou efeito significativo de variedade, época de colheita e da interação época de colheita x variedade x Lox.

Verificou-se que o efeito da retirada de lipoxigenase, levando-se em consideração cada variedade e seu respectivo triplo-nulo, provocou queda de vigor apenas na quarta época de colheita e apenas para Doko-RC triplo-nulo. Estes resultados estão em concordância com os de DIAS (1999), que avaliando a velocidade de emergência de genótipos de soja em diferentes épocas de colheita, observou menor índice de velocidade de emergência em

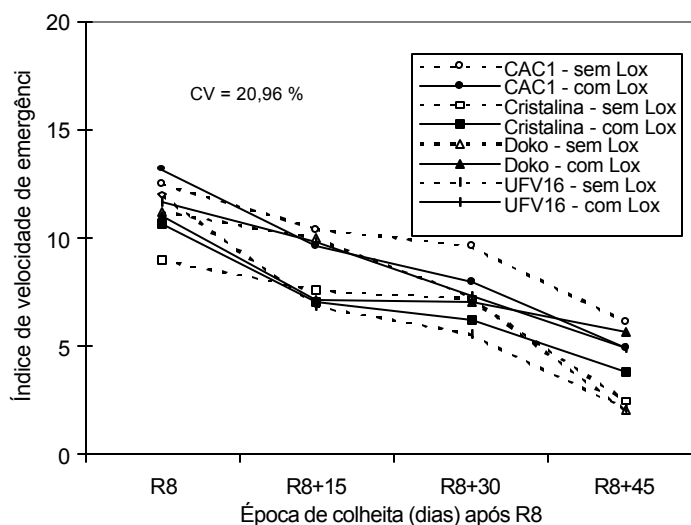


Figura 8 – Índice de velocidade de emergência dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 4,86).

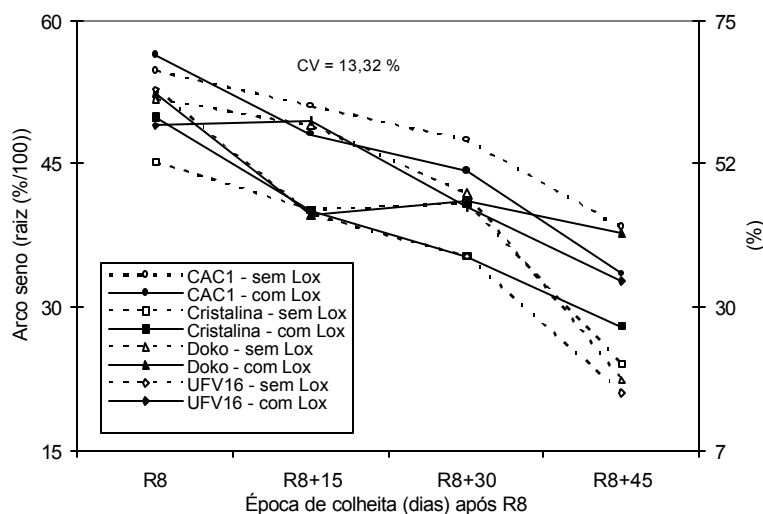


Figura 9 - Porcentagem de emergência obtida no teste de emergência de plântulas em campo dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 15,88, em graus).

Doko-RC triplo-nulo. Porém, dentro de cada época de colheita, comparando-se as linhagens sem lipoxigenases obtidas pelo retrocruzamento de diferentes variedades, verifica-se que houve um comportamento diferenciado entre elas, mantendo-se a CAC-1 sempre superior (Figura 8).

4.8. Porcentagem de emergência de plântulas em campo

A análise de variância dos dados de porcentagem de emergência em campo (Quadro 4) mostrou efeito significativo de variedade, época de colheita e das interações época de colheita x Lox e época de colheita x variedade x Lox.

Quando se comparou o efeito da eliminação de lipoxigenases na primeira época, não foram observadas diferenças entre os genótipos. Comparando cada variedade com sua respectiva linhagem triplo-nula em cada época de colheita, observou-se que Doko-RC e UFV-16 sem lipoxigenases mostraram comportamento inferior apenas na quarta época de colheita. Pode-se, por outro lado, observar o bom desempenho das sementes da linhagem sem lipoxigenase, derivada de CAC-1 (Figura 9).

4.9. Sanidade

No teste de avaliação da sanidade das sementes, foram considerados os percentuais médios de incidência de *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp., *Cercospora kikuchii*, por serem esses os fungos que apresentaram maior incidência na avaliação e por serem fungos relacionados ao retardamento de colheita e a qualidade de sementes de soja. O atraso na colheita de soja após a maturidade de campo aumenta a incidência de *Phomopsis* spp. nas sementes (Wilcox *et al*, 1974) citados por DHINGRA e ACUÑA (1997). RESENDE (1993) trabalhando com sanidade das sementes de variedades de soja, em diferentes épocas de colheita, encontrou os fungos *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp., *Cercospora kikuchii* e *Colletotrichum dematium*.

Os fungos mais prejudiciais à produção de sementes de soja, em condições brasileiras são *Phomopsis* spp e *Fusarium* spp., ambos responsáveis pela podridão das sementes após o plantio (DHINGRA e ACUÑA, 1997).

Foi considerada também a porcentagem do total de fungos no teste de sanidade. A análise de variância para os dados do total de fungos (Quadro 5) mostrou efeito significativo de variedade, Lox e época, já para os dados de incidência de *Fusarium* spp., houve efeito significativo apenas da interação época de colheita x variedade. Para os resultados relativos à incidência de *Cercospora kikuchii* e *Phomopsis* spp. não foi efetuada análise de variância, devido à grande ocorrência de resultados de valor zero, e suas médias e desvio-padrão estão representados nos quadros 6 e 7, respectivamente.

Quadro 6 – Valores médios (%) obtidos na avaliação de *Cercospora kikuchii* no teste de sanidade de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	0	0	0
	Cristalina	1,00 ± 1,41	0	0,50 ± 1,00
	Doko-RC	1,00 ± 1,41	2,00 ± 0,00	1,50 ± 1,00
	UFV16	5,00 ± 1,41	0	2,50 ± 3,00
R8 + 15	CAC-1	0	0	0
	Cristalina	3,00 ± 1,41	0	1,50 ± 1,91
	Doko-RC	0	1,00 ± 1,41	0,50 ± 1,00
	UFV16	4,00 ± 2,83	0	2,00 ± 2,83
R8 + 30	CAC-1	1,00 ± 1,41	0	0,50 ± 1,00
	Cristalina	1,00 ± 1,41	1,00 ± 1,41	1,00 ± 1,15
	Doko-RC	1,00 ± 1,41	2,00 ± 2,83	1,50 ± 1,92
	UFV16	6,00 ± 2,83	0	3,00 ± 3,83
R8 + 45	CAC-1	0	1,00 ± 1,41	0,50 ± 1,00
	Cristalina	2,00 ± 2,83	0	1,00 ± 2,00
	Doko-RC	3,00 ± 1,41	3,00 ± 1,41	3,00 ± 1,15
	UFV16	2,00 ± 2,83	2,00 ± 0,00	2,00 ± 1,63
.	CAC-1	0,25 ± 0,71	0,25 ± 0,71	0,25 ± 0,68
.	Cristalina	1,75 ± 1,67	0,25 ± 0,71	1,00 ± 1,46
.	Doko-RC	1,25 ± 1,49	2,00 ± 1,51	1,63 ± 1,50
.	UFV16	4,25 ± 2,49	0,50 ± 0,93	2,38 ± 2,66
R8	.	1,75 ± 2,25	0,50 ± 0,93	1,13 ± 1,78
R8 + 15	.	1,75 ± 2,25	0,25 ± 0,71	1,00 ± 1,79
R8 + 30	.	2,25 ± 2,71	0,75 ± 1,49	1,50 ± 2,25
R8 + 45	.	1,75 ± 1,98	1,50 ± 1,41	1,63 ± 1,67
Média	.	1,88 ± 2,21	0,75 ± 1,22	1,32 ± 1,86

Média ± desvio-padrão.

Quadro 7 – Valores médios (%) obtidos na avaliação de *Phomopsis* spp no teste de sanidade de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	0	0	0
	Cristalina	0	0	0
	Doko-RC	0	0	0
	UFV16	0	0	0
R8 + 15	CAC-1	1,00 ± 1,41	0	0,50 ± 1,00
	Cristalina	1,00 ± 1,41	1,00 ± 1,41	1,00 ± 1,15
	Doko-RC	0	0	0
	UFV16	0	1,00 ± 1,41	0,50 ± 1,00
R8 + 30	CAC-1	2,00 ± 2,83	2,00 ± 2,83	2,00 ± 2,31
	Cristalina	4,00 ± 0,00	3,00 ± 1,41	3,50 ± 1,00
	Doko-RC	0	2,00 ± 0,00	1,00 ± 1,15
	UFV16	2,00 ± 0,00	1,00 ± 1,41	1,50 ± 1,00
R8 + 45	CAC-1	3,00 ± 4,24	15,00 ± 12,72	9,00 ± 10,39
	Cristalina	19,00 ± 1,41	7,00 ± 1,41	13,00 ± 7,02
	Doko-RC	15,00 ± 7,07	9,00 ± 7,07	12,00 ± 6,73
	UFV16	10,00 ± 11,31	5,00 ± 4,24	7,50 ± 7,55
.	CAC-1	1,50 ± 2,33	4,25 ± 8,31	2,88 ± 6,06
.	Cristalina	6,00 ± 8,21	2,75 ± 9,07	4,38 ± 6,21
.	Doko-RC	3,75 ± 7,44	2,75 ± 4,77	3,25 ± 6,06
.	UFV16	3,00 ± 6,14	1,75 ± 2,71	2,38 ± 4,63
R8	.	0	0	0
R8 + 15	.	0,50 ± 0,93	0,50 ± 0,93	0,50 ± 0,89
R8 + 30	.	2,00 ± 1,85	2,00 ± 1,51	2,00 ± 1,63
R8 + 45	.	11,75 ± 8,31	9,00 ± 7,01	10,38 ± 7,56
Média	.	3,56 ± 6,34	2,88 ± 5,03	3,22 ± 5,69

Média ± desvio-padrão.

Os resultados de porcentagem de sementes infectadas por fungos (total de fungos) e da incidência de *Fusarium* spp não mostraram efeito da

eliminação genética das lipoxigenases, em nenhuma época de colheita, variedade ou linhagem. Verificou-se uma certa constância quanto ao nível de incidência de *Fusarium* spp. em todas as épocas e genótipos. Observou-se tendência de aumento da incidência do total de fungos com o retardamento de colheita (Figura 10 e 11), como foi também observado por ROCHA (1982).

Os genótipos CAC-1 com e sem Lox apresentaram menor incidência do fungo *Cercospora kikuchii*, enquanto UFV-16 sem Lox apresentou a maior incidência (Quadro 6). Não foi constatada a incidência de *Phomopsis* spp. na primeira época de colheita (Quadro 7). Foram constatados altos valores médios obtidos na quarta época de colheita para os genótipos com e sem Lox, mas principalmente para o material sem Lox. Ocorreu, também, contínuo aumento da incidência deste fungo com o retardamento de colheita. DHINGRA *et al.* (1979) consideraram *Phomopsis* spp. o principal patógeno relacionado com a qualidade de semente.

A ocorrência de condições climáticas desfavoráveis como chuvas e altas temperaturas, durante as fases de maturação e colheita, afeta, além da qualidade fisiológica, a sanidade das sementes. As condições ambientais durante as fases de maturação e colheita da semente da soja, podem propiciar aumento da infecção de sementes por fungos, como *Phomopsis* spp. e *Fusarium* spp. Neste caso, a germinação em laboratório pode ser drasticamente reduzida. Quanto maior o índice de sementes infectadas por *Phomopsis* spp., menor a porcentagem de germinação (FRANÇA NETO e HENNING, 1984).

4.10. Correlação entre os caracteres avaliados

As estimativas dos coeficientes de correlação linear entre os caracteres das sementes dos diferentes materiais genéticos são

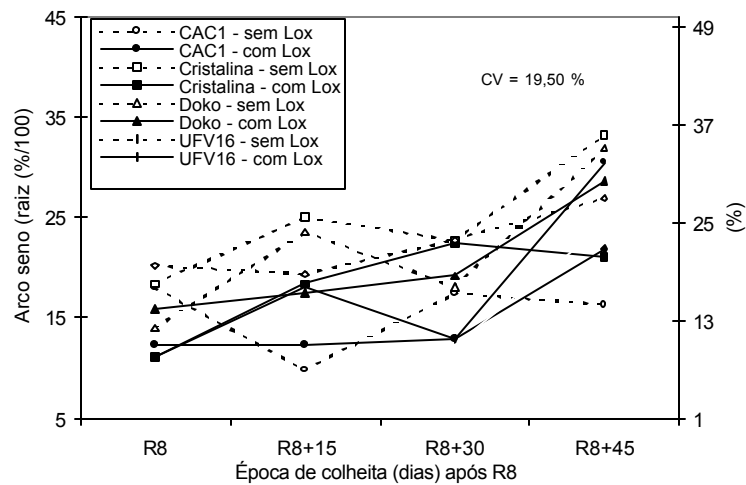


Figura 10 - Porcentagem de total de fungos obtida no teste de sanidade dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 5,26, em graus).

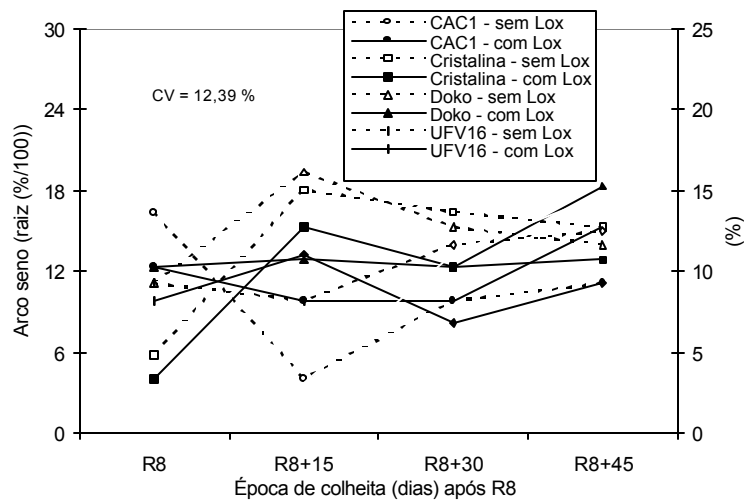


Figura 11 – Porcentagem de *Fusarium* spp. obtida no teste de sanidade dos cultivares CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16, com e sem lipoxigenases nas sementes, em quatro épocas de colheita. (DMS-Tukey 5% entre materiais genéticos dentro de época = 9,00, em graus).

apresentados nos Quadros 8, 9, 10 e 11. Como foram utilizadas as médias de cada material genético, estas estimativas refletem a variação conjunta dos caracteres das sementes pela variação fenotípica entre os materiais genéticos estudados.

Comparando os dados apresentados nos quatro quadros, observa-se menor número de correlações significativas na primeira época de colheita, decorrente da menor frequência de diferenças entre os materiais genéticos no estágio R₈ (época da primeira colheita), quando as sementes de todas as variedades e linhagens apresentaram, de modo geral, melhor qualidade fisiológica e sanitária. Com o retardamento da colheita, as correlações tomaram-se mais frequentes, em consequência do aumento das diferenças entre alguns materiais genéticos, ressaltando a diferença genética entre os cultivares e as linhagens sem lipoxigenases.

Analisando os quadros das correlações, separando-se os caracteres relativos à qualidade fisiológica das sementes (germinação, vigor, sementes mortas e emergência), produção de aldeídos e sanidade, verifica-se consistência dos resultados, pois, materiais genéticos com sementes de melhor qualidade fisiológica apresentaram menor incidência de sementes mortas e de fungos, assim como menor produção de aldeídos totais, indicados pelas presenças de correlações positivas e significativas entre os caracteres potencial de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado e emergência em leito de areia e em campo e pelas correlações negativas e significativas entre esses caracteres e produção de aldeídos e incidência de fungos.

No caso da incidência de fungos, um fato que pode ser observado é a variação da correlação entre o total de fungos com seus componentes maiores (*Fusarium spp*, *Phomopsis spp* e *Cercospora kikuchii*). Na primeira época de colheita, total de fungos correlacionou-se positivamente com *Cercospora kikuchii*, na segunda e terceira, com *Fusarium spp.*, e na quarta com *Cercospora kikuchii* e com *Phomopsis*, resultante da flutuação na incidência

Quadro 8 – Estimativa da correlação de Pearson entre os caracteres de qualidade das sementes na primeira época de colheita (R_8).

	PRIMEIRA CONTAGEM	TG	MORTAS TG	ENVELH. ACELER.	EMERG. CAMPO	IVE	EMERG. AREIA	ALDEÍD
TG	0,9703 **							
MORTAS TG	-0,2582	-0,2433						
ENVELH. ACELER.	0,2902	0,4183	-0,7055 *					
EMERG. CAMPO	-0,5488	-0,5914	-0,0070	-0,1436				
IVE	-0,3262	-0,3120	-0,1634	0,1727	0,9144 **			
EMERG. AREIA	0,3081	0,2787	-0,3802	0,3416	0,4954	0,7347 *		
ALDEÍDOS	0,2491	0,3581	-0,0167	0,2378	-0,7658 *	-0,7202 *	-0,6832 *	
FUNGOS TOTAIS	0,3698	0,1735	0,0384	-0,5181	0,0142	-0,1208	0,1224	-0,1404
<i>C. Kikuchii</i>	0,0529	-0,0646	-0,3152	-0,2933	0,0546	-0,0283	0,0725	-0,0184
<i>Fusarium spp.</i>	-0,1342	-0,2623	0,2730	-0,4227	-0,7424 *	-0,6569 *	0,5984	-0,9029 **
<i>Phomopsis spp.</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

** e * Significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.
N = 8 tratamentos (4 variedades x 2 Lox)

Quadro 9 – Estimativa da correlação de Pearson entre os caracteres de qualidade das sementes na segunda época de colheita (R₈ + 15 dias).

	PRIMEIRA CONTAGEM	TG	MORTAS TG	ENVELH ACELER	EMERG. CAMPO	IVE	EMERG. AREIA	ALDEÍ
TG	0,9980 **							
MORTAS TG	-0,8546 **	-0,8524 **						
ENVELH. ACELER.	0,6311 *	0,6502 *	-0,7496 *					
EMERG. CAMPO	0,3642	0,4079	-0,3552	0,1794				
IVE	0,3360	0,3799	-0,3314	0,1757	0,9925 **			
EMERG. AREIA	0,6881 *	0,7103 *	-0,8038 **	0,5975	0,7676 *	0,7571 *		
ALDEÍDOS	-0,2857	-0,3017	0,2162	-0,0518	-0,5791	-0,5332	-0,6185	
FUNGOS TOTAIS	-0,6969 *	-0,7190 *	0,3608	-0,4589	-0,3465	-0,2846	-0,3611	0,4012
<i>C. Kikuchii</i>	-0,0316	-0,0728	-0,2047	0,2481	-0,6785 *	-0,6538 *	-0,1186	0,2016
<i>Fusarium spp.</i>	-0,8295 **	-0,8324 **	0,6086	-0,5924	-0,1804	-0,1119	-0,4700	0,4431
<i>Phomopsis</i>	0,2848	0,2791	-0,3327	0,0507	0,1002	0,1108	0,0089	0,5676

** e * Significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.
N = 8 tratamentos (4 variedades x 2 Lox)

Quadro 10 – Estimativa da correlação de Pearson entre os caracteres de qualidade das sementes na terceira época de colheita (R₈+30 dias).

	PRIMEIRA CONTAGEM	TG	MORTAS TG	ENVELH ACELER	EMERG. CAMPO	IVE	EMERG. AREIA	ALDEÍD
TG	0,9990 **							
MORTAS TG	-0,7853 *	-0,7933 **						
ENVELH ACELER	0,7295 *	0,7191 *	-0,7772 *					
EMERG. CAMPO	0,3788	0,3825	-0,4664	0,7732 *				
IVE	0,4786	0,4795	-0,5283	0,8211 **	0,9632 **			
EMERG. AREIA	0,8764 **	0,8852 **	-0,8903 **	0,8373 **	0,5847	0,6347 *		
ALDEÍDOS	-0,4016	-0,4110	0,6235 *	-0,5507	-0,4886	-0,3454	-0,5817	
FUNGOS TOTAIS	-0,6921 *	-0,7087 *	0,6896 *	-0,6296 *	-0,6521 *	-0,5956	-0,8116 **	0,5790
<i>C. Kikuchii</i>	-0,4566	-0,4524	0,0639	-0,4060	-0,5456	-0,5859	-0,3723	-0,1657
<i>Fusarium spp.</i>	-0,8568 **	-0,8580 **	0,8792 **	-0,7008 *	-0,3664	-0,4608	-0,8176 **	0,3354
<i>Phomopsis</i>	-0,0701	-0,1087	0,3032	0,1114	-0,2088	-0,1289	-0,2243	0,2592

** e * Significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.
N = 8 tratamentos (4 variedades x 2 Lox)

Quadro 11 – Estimativa da correlação de Pearson entre os caracteres de qualidade das sementes na quarta época de colheita (R₈+45 dias).

	PRIMEIRA CONTAGEM	TG	MORTAS TG	ENVELH ACELER	EMERG. CAMPO	IVE	EMERG. AREIA	ALDEÍDOS
TG	0,9991 **							
MORTAS TG	-0,6892 *	-0,7021 *						
ENVELH ACELER	0,8542 **	0,8585 **	-0,6189					
EMERG. CAMPO	0,4148	0,4254	-0,8543 **	0,5054				
IVE	0,4748	0,4868	-0,8769 **	0,5409	0,9917 **			
EMERG. AREIA	0,8901 **	0,8990 **	-0,7104 *	0,8369 **	0,5330	0,5965		
ALDEÍDOS	-0,0339	-0,0312	0,1388	0,0565	-0,4118	-0,3934	-0,2739	
FUNGOS TOTAIS	-0,5055	-0,4953	0,4852	-0,3315	-0,5043	-0,5783	-0,5068	0,3059
<i>C. Kikuchii</i>	-0,2620	-0,2723	0,4580	-0,1211	-0,2914	-0,3836	-0,2390	-0,2931
<i>Fusarium spp.</i>	-0,1496	-0,1437	0,0047	-0,1749	0,0036	-0,0821	-0,2999	-0,0467
<i>Phomopsis</i>	-0,5213	-0,5090	0,4697	-0,3543	-0,5712	-0,6249 *	-0,5350	0,5339

** e * Significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.
N = 8 tratamentos (4 variedades x 2 Lox)

desses fungos durante o período em que as sementes permaneceram no campo.

Com relação à produção de aldeídos, além do fato já mencionado na literatura de correlação negativa com a qualidade fisiológica das sementes CASTRO (1989) e RESENDE (1993), observou-se correlação negativa entre produção de aldeídos e frequência de sementes infectadas por *Fusarium* spp, na primeira época de colheita, entretanto, nas demais épocas as estimativas foram positivas e não significativas.

Observando-se a variável sementes mortas, verifica-se que essa variável esteve correlacionada negativamente com germinação e vigor, indicando que a redução nestas características decorreram da morte das sementes, o que também foi observado por QUEIROZ (2000). Na terceira época de colheita correlacionou-se positivamente com a presença de fungos totais e *Fusarium* spp, que provavelmente foram importantes na redução da qualidade das sementes daqueles materiais mais suscetíveis.

4.11. Considerações gerais

A partir dos resultados obtidos, não se pode dizer que há relação direta de retirada de lipoxigenases e qualidade de sementes, pois os genótipos estudados mostraram comportamento diferenciado e não apresentaram, todos, comportamento inferior ou superior com a eliminação genética das lipoxigenases. Estes resultados estão em concordância com AZEVEDO (1998) que, avaliando a qualidade fisiológica de sementes com e sem lipoxigenases, concluiu não haver associação entre ausência e presença de lipoxigenases e qualidade fisiológica das sementes das linhagens estudadas. TAKETA (2000) e MARTINS (2001), avaliando o efeito da retirada de lipoxigenases sobre características agronômicas de genótipos de soja, concluíram que a retirada de lipoxigenases não afetou as características agronômicas dos genótipos estudados.

Os programas de melhoramento, para a introdução de genes que condicionam a ausência das três lipoxigenases nas sementes, nas quatro

variedades de soja estudadas, produziram linhagens com sementes de qualidade fisiológica iguais e piores que as variedades originais.

Os baixos valores de germinação e vigor obtidos neste trabalho, para as linhagens Doko-RC TN e UFV-16 TN, podem estar ocorrendo devido a não recuperação completa do genótipo durante o processo de melhoramento genético através dos retrocruzamentos.

No processo de melhoramento por retrocruzamentos, pratica-se intensa seleção para o caráter em transferência e para o tipo de planta do progenitor recorrente. Para que o melhoramento por retrocruzamento tenha sucesso garantido, o genótipo do progenitor recorrente precisa ser recuperado nas suas características essenciais (ALLARD, 1971). Há, assim, a possibilidade de que, para estas linhagens triplo-nulas estudadas, o processo de transferência da característica desejada (ausência de lipoxigenases) tenha sido eficiente, mas que, genes que codificam características para qualidade de sementes do progenitor recorrente, não tenham sido completamente recuperados.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental “Professor Diogo Alves de Melo”, no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia e nos laboratórios do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (Bioagro) da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de linhagens de soja com ausência ou presença de lipoxigenases, submetidas a diferentes períodos de retardamento de colheita.

Sementes das variedades de soja CAC-1, Cristalina, Doko-RC e UFV-16 e das respectivas linhagens triplo-nulas (ausência das três lipoxigenases, Lox1, Lox2, Lox3), foram fornecidas pelo Bioagro. As linhagens triplo-nulas foram obtidas por retrocruzamentos que visaram a eliminação genética de lipoxigenases nas variedades. As sementes foram multiplicadas no ano agrícola 99/2000 sendo a colheita efetuada no estádio R_8 e 15, 30 e 45 dias após este estádio.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem no teste de germinação, emergência em leito de areia, envelhecimento acelerado, porcentagem de emergência de plântulas em campo, índice de velocidade de emergência em campo, produção de aldeídos e sanidade.

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- A quarta época de colheita ($R_8 + 45$) evidenciou as maiores diferenças de qualidade entre as variedades e entre os materiais com ou sem lipoxigenases.
- As sementes das linhagens triplo-nulas, derivadas das variedades Doko-RC e UFV-16 apresentaram maior susceptibilidade à deterioração no campo, provocada pelo atraso da colheita.
- Não houve efeito da retirada de lipoxigenases sobre a qualidade de sementes das linhagens triplo-nulas derivadas das variedades CAC-1 e Cristalina.
- As características de germinação e vigor correlacionaram-se significativamente com a incidência de fungos, sugerindo ser este o motivo dos baixos valores obtidos nesses testes para as linhagens triplo-nulas de Doko-RC e UFV-16.
- Não foi possível estabelecer relação direta entre a retirada de lipoxigenases e a qualidade de sementes, nas linhagens estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R. W. **Princípio de melhoramento genético das plantas**. Rio de Janeiro, USAID, 1971. 218p
- ARAÚJO, J. M. A. Determinação de ácidos graxos livres. In: **Química de alimentos: Teoria e prática**. Viçosa, UFV, 1999. p. 52-55
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**, 1983. 93 p. (Contribution, 32)
- AZEVEDO, P. H. **Avaliação da germinação e sanidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), com presença e ausência de lipoxigenases, produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais**. Viçosa, UFV, 1998. 94p. (Tese de Mestrado)
- BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. & FONTES, E. P. B. Atividade de lipoxigenases L1 e L3 em cultivares comerciais de soja. **Arq. Biol. Technol**; 27:(3) 381-386 1984
- BRACCINI, A. L. **Avaliação da qualidade fisiológica da semente de linhagens e variedade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade de tegumento**. Viçosa, UFV, 1993. 109p. (Tese de Mestrado)
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p
- CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes.. In: VIEIRA, R. D. E & CARVALHO, N. M., eds. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, FUNEP, 1994. p. 1-30

- CARVALHO, J. C. **Testes fisiológicos e bioquímicos na avaliação da germinação e do vigor de sementes de soja.** Viçosa, UFV, 1997. 56p. (Tese de Mestrado)
- CARVALHO, N. M. & NAKAGAWA N. J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 4 ed. Jaboticabal, Funep, 2000. 588p
- CASTRO, C. A. S. **Evolução do hexanal e de aldeídos totais como índices para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** Viçosa, UFV, 1989. 114p. (Tese de Mestrado)
- COSTA, A. V. Retardamento da colheita após a maturação e seu efeito sobre a semente e emergência de plântulas de 18 variedades e linhagens de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, Londrina. **Anais...** Londrina, PR: CNPSo, 1979. v.2, p.293-308
- COSTA, A. V.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R. F. da; SEDIYAMA, C. S.; FONTES, L. A. N.; GOMES, J. L. L.; ROLIM, R. B. & MONTEIRO, P. M. F. O. **Alguns fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente da soja.** Goiania, EMGOPA, 1987. 48 p
- DELOUCHE, J. C. Determinants of seed quality. **Proceeding short course for seedsmen**, v.14, p. 53-68, 1971
- DELOUCHE, J. C.; MATTHES, T. K.; DOUGHERTY, G. M. & BOYD, A. H. Storage of seed in subtropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, 1:(3) 671-700, 1973
- DHINGRA, O. D. & SILVA, J. F. Effect of weed control on the internally seedborne fungi in soybean seed. **Plant Disease Reporter**; 62:(6) 513-516, 1978
- DHINGRA, O. D. & ACUÑA, R. S. **Patologia de sementes de soja.** Viçosa, UFV, 1997. 119p

- DHINGRA, O. D.; GARCIA, A. & SEDIYAMA, T. Effect of planting time on seed infection by *Phomopsis sojae* in tem soybean cultivars. **Fitopatologia Brasileira**, 4:(3) 435-440, 1979
- DIAS, A. C. P. **Atividade de lipoxigenases durante a germinação e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Viçosa, UFV, 1999. 68p. Dissertação (Tese MS) – Universidade Federal de Viçosa, 1999
- FEHR, W. R. & CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Cooperative Extension Service, Iowa St. Un., Ames, Iowa, 1979. 12p
- FRANÇA NETO, J. B. & HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9)
- GONÇALVES, M. C. **Influência da época de semeadura, em regime de irrigação suplementar ou de sequeiro, sobre a produção e qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa, UFV, 1989. 253p. (Tese de Doutorado)
- HAIJKA, M.; KITAMURA, K.; IGITA, K. & NAKAZAWA, Y. Genetic relationships among the genes lipoxygenase-1, -2 and -3 isozymes in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Japanese Journal of Breeding**, 42:(4) 787-792, 1992
- HAIJKA, M.; IGITA, K. & NAKAZAWA, Y. Induction of a soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) line lacking all seed lipoxygenase isozymes. **Japan Agricultural Research Quarterly**, 29:(2) p.73-76, 1995
- HENNING, A. A. Testes de sanidade de sementes de soja. In: SOAVE, J. C. & WETEZEL, M. M. V. da S., eds. **Patologia de sementes**. Campinas, Fundação Cargill/ABRATES/COPASEM, 1987. p.441-454.

- HILDEBRAND, D. F. Lipoxygenases. **Physiologia Plantarum**, 76:(2) 249-253, 1989
- KITAMURA, K. Genetic improvement of nutritional and food processing quality in soybean. **Japan Agricultural Research Quarterly**, 29:(1) 1-8, 1995
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. & HENNING, A. S. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, 1:(2) 15-50, 1991
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2:(2) 176-177, 1962
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. & FRANÇA NETO, J. B., eds. Londrina, ABRATES. 1994. cap. 3
- MARCOS FILHO, J. Maturidade fisiológica de sementes de soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, 15:(3) 447-460, 1980
- MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas, Fundação Cargill, 1986. 86p
- MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: **SOJA: tecnologia da produção**. Piracicaba, G.M.S. Câmara, 1998. p.206-243
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. & MOREIRA, M. A. Photosynthesis and leaf lipoxygenase activity in soybean genotypes lacking seed lipoxygenase isozymes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 7:(1) 21-25, 1995
- MARTINS, C. A. O. **Avaliação de caracteres agronômicos de linhagens de soja com ou sem lipoxigenases nas sementes**. Viçosa, UFV, 2001. 109p. (Tese de Doutorado)

- McDONALD, M. B. & PHANEENDRANATH, B. R. A modified accelerated aging vigor test procedure. **J. Seed Technol.**, 3:(1) 27-37, 1978
- MOHRI, S.; ENDO, Y.; MATSUDA, K.; KITAMURA, K. & FUJIMOTO, K. Physiological effects of soybean seed lipoxygenase on insects. **Agricultural and Biological Chemistry**, 54:(9) 2265-2270, 1990
- MOREIRA, M. A.; REZENDE, S. T.; SEDIYAMA, C. S. & GOMES, J. C. Obtenção de cultivares de soja de sabor agradável e com sementes de alta qualidade fisiológica. In: TORRES, A. C. & CALDAS, L. S., eds. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos em plantas**. Brasília, ABCTP, 1990. p. 417-426
- NARVEL, J. M.; FEHR, W. R. & WELKE, G. A. Agronomic and seed traits of soybean lines lacking seed lipoxygenases. **Crop Science**, 38:(4) 926-932, 1998
- PASSOS, G. A. **Avaliação de caracteres agronômicos e de qualidade fisiológica e sanitária das sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivados em diferentes regiões de Minas Gerais**. Viçosa, UFV. 91p. (Tese de Mestrado)
- PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P.; QUEIROZ, E. F.; NEUMAIER, N. & TORRES, E. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 1:(3) 77-89, 1979
- PFEIFFER, T. W.; HILDEBRAND, D. F. & TEKRONY, D. M. Agronomic performance of soybean lipoxygenase isolines. **Crop Science**, 32:(2) 357-362, 1992
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**, Brasília, AGIPLAN, 1977. 289p.
- QUEIROZ, T. F. N. **Qualidade Fisiológica de sementes de genótipos de soja sem lipoxigenases**. Viçosa, UFV, 2000. 56p. (Tese de Mestrado)

- REIS, W. J. P.; ROCHA, V. S.; REZENDE, S. T.; MOREIRA, M. A. & SEDIYAMA, C. S. Correlação entre a evolução de n-hexanal e aldeídos totais e a germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, 36:(36) 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, UFV, 1993. 115p. (Tese de Mestrado)
- ROCHA, V. S.; OLIVEIRA, A.B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J. L. L.; SEDIYAMA, C. S. & PEREIRA, M. G. **A qualidade da semente de soja.** Viçosa, UFV, 1984. 76p. (Boletim, 188).
- ROCHA, V. S. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em três épocas de colheita.** Viçosa, UFV, 1982. 109p. (Tese de Mestrado)
- SANTOS, I. C.; REIS, W. J. P.; MOREIRA, M. A.; RESENDE, S. P.; ROCHA, V. S. & SEDIYAMA, C. S. Determinação de aldeídos totais para avaliar o potencial de germinação de sementes de soja. **Revista Ceres**, 40: (231) 438-444, 1993.
- SEDIYAMA, C. S., **Influência do retardamento de colheita de soja sobre a deiscência das vagens, qualidade e poder germinativo das sementes.** Viçosa, UFV, 1972. 68p. (Tese Mestrado)
- SEDIYAMA, C.S.; QUEIROZ, L.R.; MOREIRA, M.A. & REZENDE, S.T. Aldehyde production and physiological quality of soybean seeds lacking lipoxygenase isozymes. In: World Soybean Research Conference, V, Chiang Mai, Thailand, 1994. **Proceedings...**, Kasetsart University Press, Bangkok, p.441-446, 1998

- SEDIYAMA, T.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T. & DESTRO, D. **Produção de sementes de soja em Minas Gerais**. Viçosa, UFV, 1981. 61p
- SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. & REIS, M. S. Melhoramento de soja. In: BORÉM, A., ed. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, UFV, 1999. p.487-533
- SKRZYPCZAK, J. E.; AMZEL, L. M.; KROA, B. A. & FUNK Jr, M. O. Structure of soybean lipoxygenase L3 and a comparison with its L1 isoenzyme. **Proteins: Structure, Function, and Genetics**, 29:(1) 15-31, 1997
- TAKETA, S. T. **Comportamento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com ausência de três isoenzimas lipoxigenases, em diferentes épocas de plantio, em duas localidades de Minas Gerais**. Viçosa, UFV, 2000. 69p. (Tese de Mestrado)
- TRAWATHA, S. E.; TEKRONY, D. M. & HILDEBRAND, D. F. Soybean lipoxygenase mutants and seed longevity. **Crop Science**, 35:(3) 862-868, 1995
- VICK, B. A. & ZIMMERMAN, D. C. Lipoxygenase and hidroperoxide lyase in germinating watermelon seeding. **Plant Physiology**, 57:(5) 780-788, 1976
- WILSON JR., D. O. & McDONALD JR., M. B. The lipid peroxidation model of seed ageing. **Seed Sci. & Technol.**, 14: 269-300, 1986
- WOLF, W.J. Lipoxygenase and flavor of soybean protein products. **J. Agr. Food Chem.**, 23:(2) 136-141, 1975
- ZITO, R. K. **Padroes eletroforéticos de proteínas e qualidade fisiológica durante o desenvolvimento da semente da soja**. Viçosa, UFV, 1994. 76p. (Tese de Mestrado MS)

ZOUGARI, A., GUY, S., PLANCHON, C. Genotypic lipoxygenase variation in soybean seeds and response to nitrogen nutrition. **Plant Breeding**. 114:(4) 313-316, 1995

APÊNDICE

Quadro 1A – Percentagem média de germinação^{1/} no teste de germinação de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	72,23	71,29	71,76 a
	Cristalina	76,77	70,66	73,72 a
	Doko-RC	68,65	71,52	70,09 a
	UFV16	72,90	76,21	74,56 a
R8 + 15	CAC-1	72,67	70,00	71,34 a
	Cristalina	64,18	62,84	63,51 b
	Doko-RC	59,48	64,98	62,23 b
	UFV16	66,69	68,65	67,67 ab
R8 + 30	CAC-1	65,57	64,04	64,81 ab
	Cristalina	59,69	59,46	59,58 bc
	Doko-RC	56,51	60,58	58,55 c
	UFV16	58,91	71,79	65,35 a
R8 + 45	CAC-1	46,45	47,19	46,82 bc
	Cristalina	47,88	54,21	51,05 ab
	Doko-RC	34,64	51,67	43,16 c
	UFV16	46,45	59,71	53,08 a
.	CAC-1	64,23	63,13	63,68 ab
.	Cristalina	62,13	61,79	61,96 ab
.	Doko-RC	54,82	62,19	58,51 b
.	UFV16	61,24	69,09	65,17 a
R8	.	72,64 Aa	72,42 Aa	72,53 a
R8 + 15	.	65,76 Ab	66,62 Ab	66,19b
R8 + 30	.	60,17 Ac	63,97 Ab	62,07c
R8 + 45	.	43,86 Bd	53,20 Ac	48,53d
Média	.	60,61 B	64,05 A	62,33

Em cada linha, A difere de B pelo teste F (P<0,05).

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

1/ Valores transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$.

Quadro 2A – Percentagem de sementes mortas^{1/} no teste de germinação de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	11,72 Aa	0,00 Ba	5,86 a
	Cristalina	6,10 Aa	7,49 Aa	6,80 a
	Doko-RC	4,92 Aa	7,65 Aa	6,29 a
	UFV16	2,03 Aa	4,92 Aa	3,48 a
R8 + 15	CAC-1	4,07 Aa	8,46 Aa	6,27 a
	Cristalina	11,54 Aa	13,63 Aa	12,59 a
	Doko-RC	14,55 Aa	11,34 Aa	12,95 a
	UFV16	4,92 Aa	4,92 Aa	4,92 a
R8 + 30	CAC-1	5,77 Ab	10,84 Aa	8,31 b
	Cristalina	22,73 Aa	20,75 Aa	21,74 a
	Doko-RC	21,15 Aab	16,62 Aa	18,89 ab
	UFV16	14,74 Aab	10,49 Aa	12,62 ab
R8 + 45	CAC-1	20,26 Ab	23,98 Aa	22,12 a
	Cristalina	28,60 Aab	27,73 Aa	28,17 a
	Doko	40,25 Aa	21,64 Ba	30,95 a
	UFV16	33,50 Aab	24,72 Aa	29,11 a
.	CAC-1	10,46	10,82	10,64 b
.	Cristalina	17,24	17,40	17,32 a
.	Doko	20,22	14,31	17,27 a
.	UFV16	13,80	11,26	12,53 ab
R8	.	6,19	5,02	5,61 d
R8 + 15	.	8,77	9,59	9,18 c
R8 + 30	.	16,10	14,68	15,39 b
R8 + 45	.	13,80	24,52	19,16 a
Média	.	11,22	13,45	12,34

Em cada linha, A difere de B pelo teste F (P<0,05).

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

1/ Valores transformados em arcoseno $\sqrt{x/100}$.

Quadro 3A – Percentagem de germinação na primeira contagem^{1/} no teste de germinação de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	72,23	70,83	71,53 a
	Cristalina	76,77	69,25	73,01 a
	Doko-RC	68,65	71,52	70,09 a
	UFV16	72,90	74,40	73,65 a
R8 + 15	CAC-1	72,25	69,49	70,87 a
	Cristalina	64,18	62,45	63,32 bc
	Doko-RC	58,76	64,98	61,87 c
	UFV16	66,69	68,65	67,67 ab
R8 + 30	CAC-1	65,57	64,04	64,81 a
	Cristalina	59,69	59,46	59,58 ab
	Doko-RC	55,90	60,58	58,24 b
	UFV16	58,62	71,79	65,21 a
R8 + 45	CAC-1	46,45	46,32	46,39 bc
	Cristalina	47,88	54,21	51,05 ab
	Doko-RC	34,64	51,67	43,16 c
	UFV16	46,45	59,71	53,08 a
.	CAC-1	64,13 Aa	62,67 Aa	63,40 ab
.	Cristalina	62,13 Aab	61,34 Aa	61,74 ab
.	Doko-RC	54,49 Bb	62,19 Aa	58,34 b
.	UFV16	61,17 Bab	68,64 Aa	64,91 a
R8	.	72,64 Aa	71,50 Aa	72,07 a
R8 + 15	.	65,47 Ab	66,39 Ab	65,93b
R8 + 30	.	59,95 Bc	63,97 Ab	61,96c
R8 + 45	.	43,86 Bd	52,98 Ac	48,42d
Média	.	60,48 B	63,71 A	62,10

Em cada linha, A difere de B pelo teste F (P<0,05).

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

1/ Valores transformados em arcoseno $\sqrt{x/100}$.

Quadro 4A – Percentagem de emergência em leito de areia^{1/} de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	78,29	76,77	77,53
	Cristalina	71,13	69,75	70,44
	Doko-RC	72,12	71,16	71,64
	UFV16	77,28	77,99	77,64
R8 + 15	CAC-1	70,89	68,90	69,90
	Cristalina	61,19	56,39	58,79
	Doko-RC	63,81	60,11	61,96
	UFV16	65,91	69,11	67,51
R8 + 30	CAC-1	67,06	67,04	67,05
	Cristalina	56,17	53,80	54,99
	Doko-RC	54,97	55,10	55,04
	UFV16	57,75	68,10	62,93
R8 + 45	CAC-1	51,19	52,39	51,79
	Cristalina	49,10	51,17	50,14
	Doko-RC	43,23	51,41	47,32
	UFV16	49,09	60,95	55,02
.	CAC-1	66,86	66,28	66,57 a
.	Cristalina	59,40	57,78	58,59 b
.	Doko-RC	58,53	59,45	58,99 b
.	UFV16	62,51	69,04	65,78 a
R8	.	74,71	73,92	74,32 a
R8 + 15	.	65,45	63,63	64,54 b
R8 + 30	.	58,99	61,01	60,00 c
R8 + 45	.	48,15	53,98	51,07 d
Média	.	61,83	63,14	62,49

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

1/ Valores transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$.

Quadro 5A – Percentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado^{1/} de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	55,37 Ba	65,64 Aa	60,51 a
	Cristalina	60,46 Aa	60,05 Aab	60,26 a
	Doko-RC	60,40 Aa	52,28 Ab	56,34 a
	UFV16	59,72 Aa	66,74 Aa	63,23 a
R8 + 15	CAC-1	54,49 Aa	54,04 Aa	54,27 a
	Cristalina	49,06 Aa	48,47 Aab	48,77 ab
	Doko-RC	45,86 Aa	41,73 Ab	43,80 b
	UFV16	54,65 Aa	46,48 Aab	50,57 ab
R8 + 30	CAC-1	56,89 Aa	53,57 Aa	55,23 a
	Cristalina	43,55 Ab	38,02 Ab	40,79 b
	Doko-RC	35,28 Ab	43,84 Aab	39,56 b
	UFV16	38,89 Ab	47,30 Aab	43,10 b
R8 + 45	CAC-1	16,99 Aa	18,68 Ab	17,84 ab
	Cristalina	20,57 Aa	25,61 Aab	23,09 a
	Doko-RC	6,43 Bb	22,09 Ab	14,26 b
	UFV16	0,00 Bb	33,11 Aa	16,56 ab
.	CAC-1	45,94	47,98	46,96 a
.	Cristalina	43,41	43,04	43,23 ab
.	Doko-RC	36,99	39,99	38,49 b
.	UFV16	38,32	48,41	43,37 ab
R8	.	58,99 Aa	61,18 Aa	60,09 a
R8 + 15	.	51,02 Ab	47,68 Ab	49,35 b
R8 + 30	.	43,65 Ac	45,68 Ab	44,67 c
R8 + 45	.	11,00 Bd	24,87 Ac	17,94 d
Média	.	41,17 B	44,85 A	43,01

Em cada linha, A difere de B pelo teste F (P<0,05).

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

1/ Valores transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$.

Quadro 6A – Médias de absorvância no teste de produção de aldeídos de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1-1	0,12 Aa	0,15 Aa	0,14 a
	Cristalina	0,31 Aa	0,34 Aa	0,33 a
	Doko-RC	0,16 Aa	0,16 Aa	0,16 a
	UFV-1616	0,21 Aa	0,21 Aa	0,21 a
R8 + 15	CAC-1-1	0,16 Aa	0,20 Ab	0,18 b
	Cristalina	0,59 Aa	0,64 Aa	0,62 a
	Doko-RC	0,16 Aa	0,18 Ab	0,17 b
	UFV-1616	0,21 Aa	0,21 Aab	0,21 b
R8 + 30	CAC-1-1	0,31 Aab	0,16 Ab	0,24 b
	Cristalina	0,58 Bab	1,49 Aa	1,04 a
	Doko-RC	0,71 Aa	0,23 Bb	0,47 b
	UFV-1616	0,23 Ab	0,26 Ab	0,25 b
R8 + 45	CAC-1-1	0,40 Bc	1,09 Ab	0,75 b
	Cristalina	2,27 Aa	2,10 Aa	2,19 a
	Doko-RC	0,93 Ab	0,29 Bc	0,61 b
	UFV-1616	0,32 Ac	0,28 Ac	0,30 a
.	CAC-1-1	0,25 Ac	0,40 Ab	0,33 b
.	Cristalina	0,94 Ba	1,14 Aa	1,04 a
.	Doko-RC	0,48 Ab	0,22 Bb	0,36 b
.	UFV-1616	0,24 Ac	0,24 Ab	0,24 b
R8	.	0,20	0,22	0,21 c
R8 + 15	.	0,28	0,31	0,30 c
R8 + 30	.	0,46	0,54	0,50 b
R8 + 45	.	0,98	0,94	0,96 a
Média	.	0,48	0,50	0,49

Em cada linha, A difere de B pelo teste F ($P < 0,05$).

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Quadro 7A – Índice de velocidade de emergência no campo de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	12,48 Aa	13,18 Aa	12,83
	Cristalina	8,98 Ab	10,64 Aa	9,81
	Doko-RC	11,20 Aab	10,96 Aa	11,08
	UFV16	11,98 Aab	11,64 Aa	11,81
R8 + 15	CAC-1	10,39 Aa	9,66 Aa	10,03
	Cristalina	7,58 Aab	7,06 Aa	7,32
	Doko-RC	9,97 Aa	7,11 Aa	8,54
	UFV16	6,84 Ab	9,83 Aa	8,34
R8 + 30	CAC-1	9,60 Aa	8,00 Aa	8,80
	Cristalina	7,18 Aab	6,16 Aa	6,67
	Doko-RC	7,27 Aab	7,04 Aa	7,16
	UFV16	5,55 Ab	7,30 Aa	6,43
R8 + 45	CAC-1	6,14 Aa	4,93 Aa	5,54
	Cristalina	2,47 Ab	3,84 Aa	3,16
	Doko-RC	2,04 Bb	5,63 Aa	3,84
	UFV16	2,11 Ab	4,88 Aa	3,50
.	CAC-1	9,65	8,94	9,30 a
.	Cristalina	6,55	6,93	6,74 b
.	Doko-RC	7,62	7,69	7,66 ab
.	UFV16	6,62	8,41	7,52 ab
R8	.	11,16	11,61	11,39 a
R8 + 15	.	8,70	8,42	8,56 b
R8 + 30	.	7,40	7,13	7,27 c
R8 + 45	.	3,19	4,82	4,01 d
Média	.	7,61	8,00	7,81

Em cada linha, A difere de B pelo teste F ($P < 0,05$).

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Quadro 8A – Percentagem de emergência no teste de emergência em campo^{1/} de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	54,71 Aa	56,43 Aa	55,57
	Cristalina	45,15 Aa	49,87 Aa	47,51
	Doko-RC	51,81 Aa	52,38 Aa	52,10
	UFV16	52,70 Aa	48,95 Aa	50,83
R8 + 15	CAC-1	51,03 Aa	48,10 Aab	49,57
	Cristalina	40,19 Ab	40,12 Aab	40,16
	Doko-RC	49,05 Aab	39,65 Ab	44,35
	UFV16	39,66 Bb	49,51 Aa	44,59
R8 + 30	CAC-1	47,45 Aa	44,27 Aa	45,86
	Cristalina	40,87 Aab	35,33 Aa	38,10
	Doko-RC	41,94 Aab	41,16 Aa	41,55
	UFV16	35,33 Ab	40,43 Aa	37,88
R8 + 45	CAC-1	38,32 Aa	33,49 Aab	35,91
	Cristalina	24,04 Ab	28,00 Ab	26,02
	Doko-RC	22,42 Bb	37,74 Aa	30,08
	UFV16	20,96 Bb	32,75 Aab	26,86
.	CAC-1	47,88	45,57	46,73 a
.	Cristalina	37,56	42,22	39,89 ab
.	Doko-RC	41,31	42,73	42,02 ab
.	UFV16	37,16	42,91	40,04 b
R8	.	51,09 Aa	51,91Aa	51,50 a
R8 + 15	.	44,98 Ab	44,35 Ab	44,67 b
R8 + 30	.	41,40 Ab	40,30 Ab	40,85 c
R8 + 45	.	26,44 Bc	33,00 Ac	29,72 d
Média	.	40,98	42,39	41,69

Em cada linha, A difere de B pelo teste F (P<0,05).

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

1/ Valores transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$.

Quadro 9A – Percentagem total de fungos^{1/} no teste de sanidade de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	18,08	12,28	15,18
	Cristalina	18,35	11,15	14,75
	Doko-RC	13,98	15,90	14,94
	UFV16	20,20	11,15	15,68
R8 + 15	CAC-1	9,83	12,28	11,06
	Cristalina	25,07	18,43	21,75
	Doko-RC	23,58	17,43	20,51
	UFV16	19,35	18,05	18,70
R8 + 30	CAC-1	17,43	12,86	15,15
	Cristalina	22,69	22,42	22,56
	Doko-RC	18,08	19,20	18,64
	UFV16	22,78	12,86	17,82
R8 + 45	CAC-1	16,31	30,51	23,41
	Cristalina	33,20	21,12	27,16
	Doko-RC	31,89	28,65	30,27
	UFV16	26,96	21,92	24,44
.	CAC-1	15,41	16,98	16,20 a
.	Cristalina	24,83	18,28	21,56 a
.	Doko-RC	21,88	20,30	21,09 a
.	UFV16	22,32	16,00	19,16 a
R8	.	17,65	12,62	15,14 b
R8 + 15	.	19,46	16,55	18,01 b
R8 + 30	.	20,25	16,84	18,55 b
R8 + 45	.	27,09	25,55	26,32 a
Média	.	21,11 A	17,89 B	19,50

Em cada linha, A difere de B pelo teste F (P<0,05).

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

1/ Valores transformados em arcoseno $\sqrt{x/100}$.

Quadro 10A – Percentagem de sementes com incidência de *Fusarium spp*^{1/} no teste de sanidade de sementes de soja com ausência ou presença de lipoxigenases nas sementes, em diferentes épocas de colheita.

Época	Variedades	Sem Lox	Com Lox	Média
R8	CAC-1	16,31	12,28	14,30 a
	Cristalina	5,77	4,07	4,92 b
	Doko	11,15	12,28	11,72 ab
	UFV16	11,15	9,83	10,49 ab
R8 + 15	CAC-1	4,07	9,83	6,95 b
	Cristalina	18,08	15,30	16,69 a
	Doko	19,35	12,86	16,11 a
	UFV16	9,83	13,28	11,56 ab
R8 + 30	CAC-1	9,83	9,83	9,83 a
	Cristalina	16,43	12,28	14,36 a
	Doko	15,30	12,28	13,79 a
	UFV16	13,98	8,13	11,06 a
R8 + 45	CAC-1	11,15	15,30	13,23 a
	Cristalina	15,30	12,86	14,08 a
	Doko	13,98	18,35	16,17 a
	UFV16	14,99	11,15	13,07 a
.	CAC-1	10,34	11,81	11,08
.	Cristalina	13,90	11,13	12,52
.	Doko	14,95	13,94	14,45
.	UFV16	12,49	10,60	11,55
R8	.	11,10	9,62	10,36
R8 + 15	.	12,83	12,82	12,83
R8 + 30	.	13,89	10,63	12,26
R8 + 45	.	13,86	14,42	14,14
Média	.	12,92	11,87	12,40

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

1/ Valores transformados em arcoseno $\sqrt{x/100}$.