



FREDERICO JOSÉ EVANGELISTA BOTELHO

**QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA COM
DIFERENTES TEORES DE LIGNINA OBTIDAS
DE PLANTAS SUBMETIDAS À DESSECAÇÃO**

LAVRAS - MG

2012

FREDERICO JOSÉ EVANGELISTA BOTELHO

**QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA COM DIFERENTES TEORES
DE LIGNINA OBTIDAS DE PLANTAS SUBMETIDAS À DESSECAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. João Almir Oliveira

LAVRAS - MG

2012

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Botelho, Frederico José Evangelista.

Qualidade de sementes de soja com diferentes teores de lignina
obtidas de plantas submetidas à dessecação. / Frederico José
Evangelista Botelho. – Lavras : UFLA, 2012.

89 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: João Almir Oliveira.

Bibliografia.

1. Glycine max. 2. Qualidade fisiológica. 3. Qualidade sanitária.
4. Tegumento. 5. Dessecante. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 631.521

FREDERICO JOSÉ EVANGELISTA BOTELHO

**QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA COM DIFERENTES TEORES
DE LIGNINA OBTIDAS DE PLANTAS SUBMETIDAS À DESSECAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 31 de julho de 2012.

Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho	UFLA
Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA
Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa	EMBRAPA
Dr. André Delly Veiga	IFSULDEMINAS

Dr. João Almir Oliveira
Orientador

LAVRAS – MG

2012

Aos meus pais, José Afonso e Maria Regina pelo exemplo de luta, pela minha educação, pela confiança em mim depositada, pelo apoio as minhas escolhas e presença em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Renan e Álvaro, e minha esposa Priscilla pelo amor, apoio, carinho, amizade, confiança, incentivo e companheirismo.

As palavras são poucas para relatar a dimensão do meu amor por vocês, para os quais devo tanto aprendizado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, proteção e benção.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, em especial ao Setor de Sementes, pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos para o doutorado e ao CNPq e FAPEMIG pelo apoio, por meio de equipamentos e materiais para a realização dos trabalhos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Almir Oliveira, por toda atenção, amizade, apoio, exemplo profissional e ensinamentos que carregarei junto a mim por toda minha vida.

Aos professores do Setor de Sementes (DAG), Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães, Prof^ª. Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho, Prof^ª. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho e aos Pesquisadores Dr. Antonio Rodrigues Vieira (EPAMIG) e a Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa (EMBRAPA) por serem exemplos de profissionais, por todos os conhecimentos transmitidos, amizade, atenção e carinho.

À D. Elza, Elenir, Dalva, Laís, Viviane, Wilder e Albert, funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, Agnaldo e Alessandro, funcionários do setor de grandes culturas, e ao Marcinho, funcionário do setor de transporte, pela disponibilidade, ajuda, atenção e amizade.

Aos estagiários do Setor de Sementes, em especial à Vanessa, Leandro (Yakut), Brunna (Matraca), João Paulo que sempre estiveram à disposição para ajudar, e muito contribuíram para a execução deste trabalho.

Ao meu primo Gustavo, aos amigos, Ísis, Franciele, Aline, Cibele, Jaime e a todos os outros amigos do curso de pós-graduação. Quero que saibam que, a

despeito do tempo e da distância, agradeço pelas inúmeras horas de alegria e pelo apoio, ajuda e companheirismo em todos os momentos.

Aos amigos, Juninho e Tiago (Prego) pelos momentos de descontração, amizade, companheirismo e ajuda em muitos momentos deste trabalho.

Ao amigo Everson, pelo companheirismo, amizade e principalmente pela ajuda, apoio e dedicação na condução deste trabalho.

Enfim, a todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para o encerramento desta etapa importante da minha vida e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer meu profundo agradecimento.

Hoje faço um eterno agradecimento, pois vocês
fazem parte da minha história.

OBRIGADO!

RESUMO

A dessecação é uma técnica por meio da qual objetiva-se a antecipação da colheita de sementes de soja, a fim de evitar que as mesmas sejam expostas às condições adversas no campo e com isso tenham a qualidade comprometida. No entanto, alguns herbicidas utilizados nessa técnica podem reduzir a qualidade das sementes, e entre os fatores que podem contribuir para minimizar esses danos, a impermeabilidade do tegumento das sementes, associada ao teor de lignina tem apresentado em algumas pesquisas relação com a qualidade de sementes. Assim, com a necessidade de estudos visando elucidar a relação entre esses fatores e a qualidade de sementes de soja, objetivou-se nesta pesquisa avaliar a influência do teor de lignina no tegumento de diferentes cultivares de soja, sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes a partir de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes estádios de desenvolvimento. As plantas das cultivares BRS Silvânia RR, BRS Valiosa RR, BRS 245 RR e BRS 247 RR foram dessecadas com diferentes herbicidas, mais o tratamento testemunha (água), aplicado entre os estádios R7 e R8, quando as sementes apresentavam 30, 40 e 50% de teor de água. Após a colheita, foram determinados a produtividade e o teor de lignina no tegumento das sementes. Para a avaliação da qualidade das sementes foram realizados os testes de germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, envelhecimento artificial, condutividade elétrica, tetrazólio e teste de sanidade. Parte das sementes foi armazenada em condições ambiente e após 180 dias foram submetidas às mesmas avaliações. Foi observada uma relação entre o teor de lignina e a qualidade das sementes. Para a maioria dos testes as sementes de cultivares com baixo teor de lignina no tegumento apresentaram qualidade superior quando comparadas às de alto teor. O uso do herbicida Finale® afeta negativamente a qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: *Glycine max*. Teor de lignina. Dessecação. Qualidade de sementes.

ABSTRACT

The desiccation is a technique by which the goal is to anticipate the harvest soybean seeds in order to prevent them from being exposed to adverse conditions in the field and thus have the quality impaired. However, some herbicides used in this technique can reduce seed quality, and among the factors that may contribute to minimize this damage, the impermeability of the seedcoat, associated with the lignin content has shown in some studies related to the quality of seeds. Thus, the need for studies to elucidate the relationship between these factors and quality of soybean seeds, this study aimed to evaluate the influence of lignin content in the integument of different soybean cultivars, the physiological and sanitary quality of seeds obtained from dried plants with different herbicides at different stages of development. Plants of BRS Silvânia RR, BRS Valiosa RR, BRS 245 RR and BRS 247 RR were desiccated with herbicides, plus the control (water), applied between stages R7 and R8, when seeds had 30, 40 and 50 % of water content. After harvest, we determined the productivity and lignin content in the seed coat. For the evaluation of seed quality tests were conducted for germination, emergence, speed of emergence, accelerated aging, electrical conductivity, tetrazolium and sanity. Some of the seeds were stored at ambient conditions and after 180 days were subjected to the same test. We observed a link between the lignin content and quality of seeds. For most tests the seeds of cultivars with low lignin content in the seed coat showed superior when compared to high grade. The use of the herbicide Finale® negatively affect the physiological quality of seeds.

Keywords: *Glycine max*. Lignin content. Desiccation. Seed quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características das cultivares de soja utilizadas para a implantação dos experimentos na safra 2009/2010.....	37
Tabela 2	Teores médios de lignina no tegumento (g%) de sementes de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação	45
Tabela 3	Teores médios de lignina no tegumento (g%) de sementes de soja referentes à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação.....	46
Tabela 4	Percentagem de germinação de sementes de diferentes cultivares de soja, oriundas de plantas desseçadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação.....	47
Tabela 5	Percentagem de germinação de sementes de soja referentes à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação	49
Tabela 6	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de diferentes cultivares de soja, oriundas de plantas desseçadas com diferentes herbicidas	50
Tabela 7	Percentagem média de emergência de sementes de cultivares de soja, oriundas de plantas desseçadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação.....	51
Tabela 8	Percentagem média de emergência de sementes de soja, referentes à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação.....	52
Tabela 9	Índice de velocidade de emergência de sementes de cultivares de soja, oriundas de plantas desseçadas com diferentes herbicidas	53

Tabela 10	Percentagem média de germinação de sementes de cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, submetidas ao teste de envelhecimento artificial	55
Tabela 11	Percentagem média de germinação de sementes de soja submetidas ao teste de envelhecimento artificial, referente à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação	56
Tabela 12	Percentagem média de vigor de sementes de cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas, submetidas ao teste de tetrazólio	57
Tabela 13	Percentagem média de vigor de sementes de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, submetidas ao teste de tetrazólio	58
Tabela 14	Produtividade média (Kg/ha) de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação.....	59
Tabela 15	Produtividade média (Kg/ha) de cultivares de soja, referentes à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação	60
Tabela 16	Incidência de fungos (%) em sementes de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas	61
Tabela 17	Percentagem média de germinação de sementes de cultivares de soja oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, após seis meses de armazenamento.....	63

Tabela 18	Percentagem média de germinação de sementes de soja após seis meses de armazenamento, referente à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação	64
Tabela 19	Percentagem média de emergência de plântulas de quatro cultivares de soja, após seis meses de armazenamento	65
Tabela 20	Resultados da condutividade elétrica de sementes de quatro cultivares de soja, após seis meses armazenamento	66
Tabela 21	Resultados da condutividade elétrica de sementes de soja oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas, após seis meses de armazenamento	66
Tabela 22	Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de quatro cultivares de soja, após seis meses de armazenamento	68
Tabela 23	Percentagem média de vigor de sementes de quatro cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas, submetidas ao teste de tetrazólio, após seis meses de armazenamento.....	69
Tabela 24	Percentagem média de vigor de sementes de quatro cultivares de soja oriundas de plantas dessecadas em diferentes épocas, submetidas ao teste de tetrazólio, após seis meses de armazenamento.....	70
Tabela 25	Percentagem média de germinação de sementes de quatro cultivares de soja submetidas ao teste de envelhecimento acelerado após seis meses de armazenamento.....	70
Tabela 26	Incidência <i>Penicillium spp</i> , <i>Fusarium spp</i> e <i>Aspergillus spp</i> em sementes de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas, após seis meses de armazenamento.....	71

ANEXOS

Tabela 1	Resumo do quadro de análise de variância para teor de lignina (LIG) e produtividade (PROD) de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação.....	87
Tabela 2	Resumo do quadro de análise de variância para germinação (G), envelhecimento artificial (EA) e tetrazólio (TZ) de sementes de cultivares de soja com diferentes teores de lignina oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação	88
Tabela 3	Resumo do quadro de análise de variância para emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de cultivares de soja com diferentes teores de lignina oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação	88
Tabela 4	Resumo do quadro de análise de variância para germinação (G), envelhecimento artificial (EA) e tetrazólio (TZ) de sementes de cultivares de soja com diferentes teores de lignina oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, após armazenamento.....	89
Tabela 5	Resumo do quadro de análise de variância para emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de cultivares de soja com diferentes teores de lignina oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, após armazenamento.....	89

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Qualidade de sementes de soja	16
2.2	Uso de dessecantes	24
2.3	Armazenamento de sementes	30
3	MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1	Locais de condução dos ensaios	35
3.2	Ensaio 1: Efeitos da dessecação sobre a qualidade de sementes de soja de cultivares com diferentes teores de lignina	36
3.2.1	Avaliações	38
3.3	Ensaio 2: Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja com diferentes teores de lignina, oriundas de plantas dessecadas, após armazenamento	42
3.4	Delineamento Experimental	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1	Ensaio 1: Efeitos da dessecação sobre a qualidade de sementes de soja de cultivares com diferentes teores de lignina	44
4.2	Ensaio 2: Efeitos do armazenamento sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja com diferentes teores de lignina, oriundas de plantas dessecadas	62
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
6	CONCLUSÕES	76
	REFERÊNCIAS	77
	ANEXOS	87

1 INTRODUÇÃO

Vários fatores interferem na qualidade de sementes de soja durante o seu processo de produção, sendo que a colheita é um dos fatores preponderantes para a obtenção de sementes de qualidade. As sementes de soja atingem sua máxima qualidade quando estão próximas do ponto de maturidade fisiológica, quando a matéria seca, o vigor e a germinação são elevados. A partir desse ponto, a permanência da cultura no campo pode acarretar reduções significativas da qualidade, principalmente sob condições adversas de temperaturas e umidades relativas.

O ponto de maturidade fisiológica ou próximo dele seria o momento ideal de se realizar a colheita, no entanto, nesse momento o teor de água das sementes é elevado, inviabilizando a colheita mecânica, principalmente devido aos danos causados. Nesse sentido, a dessecação tem se destacado como uma das técnicas alternativas adotadas pelos produtores de sementes de soja com o objetivo de uniformizar a maturação, antecipar a colheita, controlar ervas invasoras, além de minimizar a redução da qualidade de sementes (LACERDA; LAZARINI; SÃ, 2003).

Porém, quando se faz referência a um sistema de produção de sementes, o uso de desseccantes deve ser avaliado de maneira criteriosa, visto que alguns herbicidas utilizados para a dessecação podem deixar resíduos, causando redução no vigor das sementes, ou então, promover rápido desenvolvimento de fungos nas hastes, vagens e sementes, estando esses danos relacionados às condições ambientais na época da aplicação (WHIGHAN; STOLLER, 1978), ao estágio de desenvolvimento das sementes, e também às características do tegumento da soja.

O tegumento das sementes é considerado um dos principais fatores condicionantes à qualidade das sementes, por estar associado a problemas

específicos apresentados nas sementes, como a susceptibilidade a danos mecânicos, longevidade, permeabilidade e potencial de deterioração. Diversos autores relatam existir uma relação entre essas características e o teor de lignina do tegumento (LEBEDEFF, 1947; PANOBIANCO, 1997; TAVARES et al., 1987).

Atualmente, especulações têm sido levantadas em relação às respostas diferenciais quanto aos teores de lignina nas sementes de soja. Embora ainda restritas, as pesquisas apontam o teor de lignina como uma das características da semente e do legume de suma importância na determinação da qualidade final das sementes, podendo este determinar a resistência à passagem de água e demais produtos para as sementes, e da mesma forma à infecção por patógenos. Desse modo, é de fundamental relevância o estudo da influência do teor de lignina sobre a qualidade de sementes de soja produzidas a partir de plantas dessecadas.

Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar a influência do teor de lignina no tegumento de diferentes cultivares sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja obtidas a partir de plantas dessecadas com diferentes herbicidas e em diferentes estádios de desenvolvimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade de sementes de soja

As sementes são responsáveis por grande parte da evolução da agricultura brasileira, e os esforços por parte dos produtores para a produção de sementes de mais alta qualidade representam uma base sólida para o sucesso da lavoura. A base das altas produtividades obtidas nas lavouras de soja no Brasil esta diretamente relacionada com o sucesso do estabelecimento das plantas no campo, que por sua vez depende do manejo racional e principalmente de sementes com alta qualidade, ou seja, sementes viáveis e vigorosas para que dessa forma as plantas possam expressar ao máximo seu potencial genético.

A qualidade da semente é caracterizada pelo somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, sendo que esses irão determinar o desempenho da semente quando semeada ou armazenada.

A consolidação desses atributos para a determinação da qualidade final das sementes é adquirida durante todo o processo de produção. No entanto, a perda de qualidade no campo é frequente, principalmente no final da maturação ou no período de pré-colheita (GIGLIOLI; FRANÇA NETO, 1982; HARTWIG; POTTS, 1987; PESKE; PEREIRA, 1983). Durante esse período a desidratação e hidratação cíclica da semente são apontadas como uma das principais causas da redução da qualidade fisiológica (COSTA, 1984; TEKRONY et al., 1982; VIEIRA et al., 1983). E entre os vários fatores que condicionam a absorção de água pelas sementes, destacam-se as características morfológicas e composição química do tegumento.

Segundo Vieira et al. (1996) a diversidade de características do tegumento de sementes existente nos diferentes genótipos, sugere influência desse fator nos resultados de testes qualitativos relacionados à composição e

permeabilidade das membranas. Isso tem motivado vários pesquisadores a enfatizar a possibilidade do uso de semente que possuem tegumento com determinado grau de impermeabilidade à água, sendo esse fator relacionado ao teor de lignina presente no tegumento das sementes.

A lignina constitui-se de uma substância ou mistura de substâncias orgânicas de elevado conteúdo de carbono, mas diferente dos carboidratos, e que se encontra associada à celulose nas paredes de numerosas células (ESAU, 1976). Sua estrutura química é muito complexa e ainda não muito bem definida, mas o termo lignina tem sido utilizado para designar um grupo de substâncias com unidades (básica) químicas semelhantes (PANOBIANCO, 1997).

Segundo Egg Mendonça (2001), a lignina é impermeável à água, muito resistente à pressão e pouco elástica, sendo depois da celulose, o polímero vegetal mais abundante, e é encontrada na parede celular em quantidades significativas, 60% a 90%. De acordo com Brauns e Brauns (1960 citado por TAVARES et al., 1987), o caráter hidrofóbico da lignina afeta as ligações hidrofílicas da lamela média e, a remoção da lignina, interfere na resistência biológica da hidratação em cerca de 15% do tecido original. Essa deposição de lignina é importante não só para conferir rigidez e resistência aos tecidos vegetais da planta, tais como caule e folhas, mas especialmente para o tegumento de sementes de soja, sendo correlacionada com a resistência ao dano mecânico (PANOBIANCO, 1997). Assim, essa substância tem um papel muito importante para os atributos da qualidade.

Observa-se, de uma forma geral, que o teor de lignina no tegumento das sementes de soja parece estar associado com a qualidade fisiológica das mesmas, por restringir a absorção de água, principalmente sob condições ambientais desfavoráveis, durante o processo de produção e ainda com relação à redução da incidência de danos mecânicos na fase de colheita. No entanto, os estudos voltados para incorporar o gene da característica da testa da semente responsável

pelo controle de absorção de água, visam unicamente à produção de sementes de elevado potencial fisiológico, o que seria uma consequência da redução da deterioração no campo e dos danos mecânicos na colheita, assim como de um potencial de armazenamento prolongado (POTTS et al., 1978).

Dentre os condicionantes da qualidade fisiológica (germinação e vigor), vale destacar o papel do tegumento, sendo que grande parte das características do mesmo está associada a problemas específicos apresentados nas sementes, como a susceptibilidade a danos mecânicos, longevidade e potencial de deterioração, que podem estar associados ao seu teor de lignina e ao grau de permeabilidade do tegumento (LEBEDEFF, 1947). Além do tegumento das sementes, características da planta e do legume, bem como seus efeitos interativos, podem estar correlacionados direta ou indiretamente, com a deterioração das sementes, determinando a resposta diferencial de cada cultivar e seus níveis de tolerância à deterioração das sementes, às condições adversas no campo e até mesmo à colheita mecanizada.

Segundo Horlings, Gamble e Shammug (1991), linhagens de soja com tegumento duro tendem a embeber água mais lentamente que outras, sendo mais resistentes às flutuações de umidade e protegidas da deterioração no campo. Nesse sentido, a produção de sementes de soja de elevada qualidade pode ser complementada por determinadas características morfológicas do tegumento, tais como as relacionadas à impermeabilidade à água e o teor de lignina.

O tegumento da semente é proveniente dos integumentos do óvulo, e o integumento externo ou primina dá origem à testa enquanto o integumento interno ou secundina origina o tégmen (ESAU, 1977; MILLER et al., 1999). O tegumento como é o envoltório da semente, exerce funções de proteção ao eixo embrionário e ao tecido de reserva contra choques e abrasões; manutenção da união entre as partes internas da semente; de impedimento à entrada de microrganismos e insetos; de controle da velocidade de hidratação e de troca

gasosa entre a semente e o meio; de regulação da germinação, por intermédio da dormência (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000); além de proteção ao embrião de ruptura celular e perda de substâncias intracelulares, durante a embebição (DUKE; KAKEFUDA, 1981).

Em um corte transversal da testa de uma semente de soja, podem ser distinguidas quatro camadas a partir da sua superfície: cutícula, epiderme (células epidérmicas em paliçada ou macroesclerídeos), hipoderme (células em ampulheta, ou células pilares ou osteoesclerídeos) e células parenquimatosas (parênquima lacunoso) (GLORIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006). A espessura da testa de uma semente de soja varia entre 70-100 micrometros, considerando-se as quatro camadas em conjunto, além de existir variação entre cultivares. Para Lewis e Yamamoto (1990), a lignina é um polímero natural e está presente apenas na testa. Ainda diversos autores relatam variações no teor de lignina da testa entre genótipos de soja, sendo observado que os maiores valores de lignina encontravam-se nas linhagens de soja com testa impermeável (PANOBIANCO et al., 1999; TAVARES et. al., 1987).

Em pesquisa realizada com cultivares de soja com diferentes teores de lignina no tegumento, Baldoni (2010) relata que existem indícios de relação entre a espessura das camadas de células paliçádicas e ampulhetas, onde a lignina está presente, e o vigor das sementes.

Já Carbonell e Krzyzanowski (1995), ao estudarem 12 cultivares de soja, quanto ao teor de lignina na testa, encontraram uma forte correlação entre o teor de lignina e a resistência ao dano mecânico. Nesse sentido, a susceptibilidade do tegumento da semente ao dano mecânico constitui um fator importante para a qualidade de sementes de soja, visto que a qualidade física das sementes é um grande gargalo para a produção de sementes.

Algumas pesquisas têm mostrado que um dos principais problemas relacionados com a redução da qualidade de sementes de soja é o elevado índice

de injúrias mecânicas, que geralmente propicia percentuais acentuados de descartes de lotes, com prejuízos consideráveis para o setor sementeiro (COSTA et al., 1995). A fonte principal de danos é a operação de colheita, ainda que partes desses danos possam resultar das operações de secagem, beneficiamento e armazenamento.

Costa et al. (2003), avaliando a qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja em regiões produtoras do Brasil, concluíram que as sementes provenientes de algumas regiões, por apresentarem elevados índices de quebras, ruptura de tegumento e danos mecânicos, apresentaram qualidade inferior.

As sementes de soja são muito propensas à deterioração e sensíveis a práticas inadequadas de manejo durante a maturação, a colheita, o beneficiamento e o armazenamento, em função de suas características morfológicas e fisiológicas. Ainda, as sementes são muito propensas a ocorrência de injúrias mecânicas, uma vez que as partes vitais do embrião, como radícula, hipocótilo e plúmula, estão situadas sob o tegumento pouco espesso, que praticamente não lhes oferece proteção (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

Dessa forma, todos os procedimentos que possam contribuir para a preservação da qualidade das sementes são benéficos, com destaque para os estudos relacionados ao tegumento das sementes.

De acordo com McDougall et al. (1996), a impermeabilidade do tegumento conferida pela lignina exerce efeito significativo sobre a capacidade e velocidade de absorção de água, interferindo desse modo, na quantidade de lixiviados liberados para o meio externo durante a fase de embebição no processo de germinação de sementes. Crocker (1948) já mencionava a necessidade de se conhecer melhor esse mecanismo, por considerá-lo o maior exemplo de eficiência contra a penetração de água, devendo, portanto, ser

melhor aproveitado por melhoristas, ajustando essa característica às suas necessidades. Nesse sentido, a avaliação do teor de lignina presente no tegumento das sementes de soja tem sido inserida em programa de melhoramento com o objetivo de caracterizar quanto à resistência a danos mecânicos e conseqüentemente auxiliar na seleção de linhagens potenciais para programas que visem obtenção de genótipos com alta qualidade de sementes.

Tavares et al. (1987), estudando características estruturais do tegumento de sementes de linhagens de soja, verificaram um acentuado incremento dos valores de lignina nas linhagens com tegumentos impermeáveis (4,69 a 7,70%), diferenciados dos valores encontrados em linhagens com tegumentos permeáveis (1,80 a 3,18%).

Nesse sentido, Capelett et al. (2005) utilizando outra metodologia para determinação do teor de lignina, relatam que cultivares de soja com teor de lignina no tegumento das sementes superiores a 0,4g% são considerados tolerantes a dano mecânico e conseqüentemente pode ser indicativo de melhor qualidade fisiológica. Da mesma forma, diversos autores relatam que a resistência da semente de soja ao dano mecânico está relacionada com os níveis de lignina encontrados no tegumento (ALVAREZ et al., 1997; BALDONI, 2010; DANTAS, 2012; GRIS, 2009; MENEZES et al., 2009; PANOBIANCO et al., 1999). E a susceptibilidade do tegumento da semente a esse dano constitui-se em caráter importante para a qualidade de sementes de soja, a qual está intimamente relacionada com a variabilidade genética (CARBONELL, 1991).

Avaliando genótipos de soja com tegumento de coloração escura e clara, França Neto et al. (1999) observaram maior conteúdo percentual de lignina nos tegumentos de linhagens com sementes de coloração escura (12,18%), ao passo que as linhagens de tegumento amarelo apresentaram 4,75%, conferindo uma maior qualidade nas sementes com maior conteúdo de lignina.

Alvarez et al. (1997) separaram sementes de soja dos cultivares FT-2, FT-10 e IAC-2, de acordo com teor de lignina presente no tegumento, que lhes confere diferentes comportamentos quanto à resistência aos danos mecânicos, sendo o cultivar FT-2 com 6,19% de lignina (maior resistência), FT-10 com 5,28% (medianamente resistente) e IAC-2 com 4,21% (menor resistência).

Como características gerais de cultivares de soja de tegumento menos permeável, pode-se citar o melhor potencial de conservação, o maior vigor e viabilidade, a resistência à reabsorção de umidade após a maturação, além dos níveis inferiores de infecção por patógenos (PANOBIANCO, 1997).

Braccini et al. (1994), avaliando a qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento, observaram diferenças no grau de tolerância à infecção por patógenos nas sementes entre os genótipos estudados.

Considerando que as sementes são veículos de agentes fitopatogênicos, a condição sanitária é extremamente importante. A maioria das doenças de importância econômica que ocorre na cultura da soja é causada por patógenos que são transmitidos pelas sementes (GOULART, 2005).

Fungos fitopatogênicos e não fitopatogênicos podem associar-se a sementes de soja em todas as etapas de produção e armazenamento. Essa associação causa danos diretos às plantações, redução do estande, debilitação das plantas e a criação de fontes de inóculo primário para o desenvolvimento de epidemias, também provocam danos indiretos, como a introdução de patógenos em áreas isentas (BAYER, 1996).

Se, por um lado, a atividade dos fungos de campo é paralisada durante o armazenamento devido à baixa umidade ambiente, podendo até perder sua viabilidade, por outro lado, os fungos de armazenagem são capazes de proliferar em sementes armazenadas com teor de umidade acima de 12-13% (GOES et al., 2005). A interação dos fatores ambientais, de temperatura e de umidade relativa

do ar, com a umidade dos grãos e danos mecânicos pode favorecer a atividade de fungos de armazenamento, como os do gênero *Aspergillus*, que promovem alterações bioquímicas, degenerativas e irreversíveis das sementes (PAIVA et al., 1995).

Os fungos de maior incidência em sementes de soja são *Phomopsis spp.*, *Aspergillus spp.* e *Penicillium spp.*, que têm sido associados às sementes de baixa qualidade fisiológica (BRACCINI et al., 1994; MARIOTTO et al., 1982). Espécies de *Aspergillus* dos grupos *flavus* e *niger* têm causado decréscimo de germinação (HARMON; PFLEGER, 1974) e, assim como *Penicillium spp.*, têm promovido lesões nas plântulas, levando ao menor desenvolvimento dessas (BACKMAN; HAMMOND, 1976; ITO et al., 1992). Segundo Goulart (2005) o *Penicillium* é menos frequente que *Aspergillus spp.*, porém ocorre geralmente em semente de soja de baixa qualidade. Já para o fungo *Phomopsis spp.*, sua incidência causa redução na qualidade das sementes de soja, principalmente quando ocorrem períodos chuvosos associados a altas temperaturas durante a fase de maturação. Além disso, esse fungo é considerado um dos principais causadores da baixa germinação de sementes de soja, no teste padrão de germinação (GOULART, 2005). Esses fungos podem contaminar e infectar as sementes no campo (ROSSETTO et al., 2003) e após a colheita (ITO et al., 1992).

Segundo Tavares et al. (1987), pelo fato de proteger a parede celular de infecções por microrganismos, a lignificação do tegumento pode assim ser mais uma ferramenta para minimizar os danos à qualidade das sementes, causado pelos patógenos nas diversas etapas da produção.

Porém, embora a variação no teor de lignina presente no tegumento de sementes de soja esteja relacionada aos atributos da qualidade, os fatores ambientais e práticas de manejo afetam o processo de desenvolvimento das sementes e consequentemente sua composição química, podendo assim

influenciar no acúmulo e no conteúdo de lignina. Dessa forma, todos os procedimentos que possam contribuir para a preservação da qualidade das sementes são benéficos, tendo destaque para práticas que buscam livrar as sementes de condições adversas no campo, como o uso da dessecação que vem sendo constantemente adotada pelos produtores de sementes.

2.2 Uso de desseccantes

Dentre os fatores que afetam o potencial fisiológico e sanitário das sementes de soja destacam-se o momento da colheita e as condições do ambiente durante o período em que as sementes permanecem no campo.

O ponto ideal para colheita de sementes de soja é o estágio reprodutivo R8, porém, antes dessa fase, a soja atinge sua maturidade fisiológica no estágio reprodutivo R7. Nessa fase as sementes apresentam máxima matéria seca e altos valores de vigor e germinação, entretanto, seu grau de umidade é de aproximadamente 50 a 60%, o que torna inviável a operação de colheita, devido aos danos físicos nas sementes e à grande quantidade de folhas que impossibilitam a colheita mecânica (LACERDA; LAZARINI; SÃ, 2003). Após esse ponto há uma tendência de redução da qualidade das sementes, no entanto a intensidade desse processo está diretamente relacionada às condições ambientais até o momento da colheita.

O atraso da colheita após o ponto de maturidade associado a variações de temperatura e umidade relativa do ar faz com que as sementes tenham alternâncias de ganho e perda de água, acarretando vários prejuízos, como aumento das percentagens de rachaduras e enrugamento do tegumento, aumentando assim o processo de deterioração em virtude de maior facilidade de penetração de patógenos, maior exposição do tecido embrionário ao ambiente e

aumento da incidência de percevejos (MARCANDALLI; LAZARINI; MALASPINA, 2011; MARCOS FILHO, 2005).

Para contornar esses problemas a utilização da dessecação química é uma das formas encontradas por alguns produtores para minimizar as perdas de qualidade das sementes no campo. Porém existem controvérsias em relação ao melhor dessecante e a melhor época para a aplicação desses produtos para a produção de sementes, que possibilite ao máximo a antecipação da colheita sem que a qualidade das sementes seja prejudicada.

A utilização de dessecantes para antecipação da colheita de sementes tem sido observada em diversas culturas, principalmente para a soja (BAGATELI et al., 2012; BULOW; SILVA, 2012; ; KAPPES; CARVALHO; YAMASHITA, 2009; LACERDA et al., 2005; LACERDA; LAZARINI; SÃ, 2001, 2003; PELÚZIO et al., 2008). O uso dessa tecnologia tem sido vantajoso devido à redução da umidade, à uniformidade da maturação e principalmente, por contribuir para a preservação da qualidade fisiológica de sementes de soja pela menor exposição dessas às intempéries e flutuações de umidade, minimizando os danos irreversíveis da deterioração por umidade (BAGATELI, et al., 2012; KAPPES; CARVALHO; YAMASHITA, 2009; LACERDA; LAZARINI; SÃ, 2003; PELÚZIO et al., 2008).

Os herbicidas mais largamente utilizados como dessecantes são os derivados da amônia quaternária pertencentes ao grupo dos bipyridílios, particularmente o *diquat* e o *paraquat*. Além desses, frequentemente tem-se observado também o uso de dessecante a base de glufosinato de amônia, embora com resultados contestáveis para a produção de sementes (EVANGELISTA, 2009; MIGUEL, 2003).

O *paraquat* e o *diquat* atuam rapidamente nas plantas, por contato, causando toxicidade algumas horas após a aplicação e atingindo diretamente o sistema fotossintético da planta (EKMEKCI; TERZIOGLU, 2005). O

mecanismo de ação dá-se por meio do bloqueio de elétrons da fotossíntese, impedindo a redução do NADP⁺ a NADPH₂. Dessa forma ocorre acúmulo de elétrons e radicais livres no cloroplasto, causando sérios danos ao metabolismo celular, como danos estruturais no DNA, proteínas, lipídios e pigmentos (BENAVIDES et al., 2000). Esses radicais são instáveis e sofrem auto-oxidação, sendo produzidos radicais superóxidos, hidroxila e oxigênio singlete, os quais, por sua vez, são reativos aos lipídios das membranas celulares, promovendo sua peroxidação. Com a degradação das membranas, há vazamento do suco celular e a morte do tecido (VARGAS et al., 1999), ocasionando a dessecação das plantas, em curto espaço de tempo.

Gomes (1982) verificando o efeito do *paraquat* e mistura de *paraquat* + *diquat* na qualidade fisiológica de sementes de soja, verificaram que o uso desses desseccantes proporcionou sementes de melhor qualidade quando comparada com as que não sofreram dessecação. Da mesma forma, Daltro et al. (2010) observaram que o uso dos desseccantes *paraquat*, *diquat*, *paraquat+diquat* e *paraquat+diuron* não afeta o rendimento e a qualidade fisiológica de sementes de soja, independente da época de aplicação.

Miguel (2003) relata que os desseccantes *paraquat* e *paraquat* associado ao *diuron* propiciaram a antecipação da colheita de sementes de feijão em onze dias e que não afetaram o rendimento e a qualidade das sementes produzidas, independente da época de aplicação. O autor verificou também que o desseccante Glufosinato de Amônio, independentemente da época de aplicação, afetou negativamente a qualidade das sementes produzidas. Esse fato também foi observado por Evangelista (2009), que avaliando o efeito de desseccantes na produção e qualidade de sementes de soja, verificou redução na germinação, vigor, rendimento de grãos e o tamanho das sementes, com a aplicação do desseccante Finale® (Glufosinato de Amônio).

O glufosinato de amônio é um herbicida de amplo espectro usado em pós-emergência, que tem como ingrediente ativo o L-isômero de fosfotricina (L-PPT). Esse herbicida provoca o acúmulo de amônia (NH_4^+) nas plantas tratadas e, conseqüentemente a morte das plantas tratadas devido à inibição da ação da enzima glutamina sintetase nos cloroplastos, a qual é responsável pela conversão de glutamato mais amônia à glutamina (CARNEIRO et al., 2006; MARCHI; MARCHI; GUIMARÃES, 2008). Segundo Hess (2000), dentro de poucas horas após o tratamento, os níveis de amônio podem chegar a dez ou mais vezes maior que as folhas não tratadas.

Além do modo de ação dos herbicidas, outros fatores também devem ser avaliados para emprego dessa técnica, uma vez que alguns dessecantes podem deixar resíduos, causando redução no vigor das sementes (BULOW; SILVA, 2012), ou então, promover rápido desenvolvimento de fungos nas hastes, vagens e sementes. Esses riscos estão relacionados às condições ambientais na época da aplicação (WHIGAN; STOLLER, 1978) e estágio de desenvolvimento ou fenológico da soja (LACERDA et al., 2005).

Lacerda et al. (2005), verificando a melhor época de aplicação dos dessecantes *paraquat*, *diquat* e *paraquat + diquat* na cultura da soja (a partir do estágio R6), concluíram que a melhor época de dessecação foi quando as plantas estavam com 80% a 90% de vagens com coloração amarela e marrom e teores de água nas sementes entre 45% e 60%, e que qualquer herbicida aplicado proporciona qualidade fisiológica e sanitária suficientes para a comercialização.

Ratanayake e Shaw (1992) obtiveram ótimo rendimento de sementes de soja aplicando Glufosinato de amônio ou *paraquat* quando 50% das vagens estavam amarelas, porém, quando os mesmos herbicidas foram aplicados nas fases iniciais em pleno enchimento de grãos, houve redução do rendimento.

Kappes, Carvalho e Yamashita (2009) observaram que, apesar de ter antecipado a colheita em apenas dois dias em relação à testemunha, a época mais

favorável à dessecação, tanto com o *diquat* quanto com o *paraquat*, é o estágio R7.3, sendo que os lotes dessecados com *paraquat* apresentaram melhor desempenho em alguns dos testes de qualidade empregados.

Já no Tocantins, Estado com maior produção na região Norte, Pelúzio et al. (2008) observaram que as maiores taxas de germinação e vigor foram obtidas com a dessecação realizada nos estádios R6 e R7, independentemente da época de colheita. Com o atraso na época de colheita, independentemente das épocas de aplicação do dessecante, houve redução na germinação e vigor, e a aplicação do dessecante nos estádios R8 e R7 proporcionaram as maiores produtividades, independentemente da época de colheita.

Devido à relação existente entre o estágio de desenvolvimento das sementes e sua qualidade, o estudo da ativação de mecanismos de tolerância à dessecação tem sido usado como ferramenta para o conhecimento do desenvolvimento da semente, seja para a antecipação da colheita, como já é feito no milho, ou aplicação de dessecantes, como é proposto para a soja (SILVA, 2006).

Estudando os mecanismos responsáveis pela tolerância à dessecação, Silva (2006) observou que quando as sementes apresentam-se com 65% de umidade esses mecanismos de tolerância à dessecação não estão presentes, levando-as a perder totalmente sua viabilidade após secagem. Com 50 % de grau de umidade é possível submeter às sementes a uma secagem até 20% de teor de água, sem causar prejuízo para a germinação. Já segundo, Evangelista (2009) a indução da germinação pela secagem foi efetivamente promovida quando as sementes apresentavam em torno de 40% de grau de umidade, suportando, a partir de então, secagem até 12% de teor de água.

Segundo Veiga et al. (2007), a germinabilidade e a tolerância à dessecação de sementes de soja aumentam com a perda natural de água no campo e eles observaram que sementes colhidas no estágio R7 apresentam maior

qualidade fisiológica, padrão diferenciado de proteínas Lea e maior tolerância à dessecação do que nos estádios R6 e R6/R7.

Além da qualidade fisiológica das sementes, a qualidade sanitária é outro fator preponderante para a obtenção de sementes com qualidade no final do processo. A interação dos fatores ambientais, de temperatura e de umidade relativa do ar, com a umidade das sementes pode favorecer a incidência de fungos fitopatogênicos e não fitopatogênicos, promovendo alterações irreversíveis às sementes. A aplicação de desseccantes reduz o teor de água das sementes e das plantas, reduzindo assim o período de exposição a fatores adversos de clima contribuindo para uma menor incidência de fungos.

Lacerda et al. (2005), avaliando os efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes, observaram que os fungos fitopatogênicos *Phomopsis spp.* e *Fusarium spp.* foram os que mais infectaram as sementes, em todas as épocas em que se aplicaram os desseccantes. Já com relação aos fungos de armazenamento ou não fitopatogênicos, o *Penicilium spp.* foi o mais frequente.

Ben, Inoue e Cavalcante (2011), avaliando a influência da dessecação em pré-colheita sobre as características sanitárias de cultivar de hábito indeterminado cultivada em três locais, concluíram que a dessecação quando as plantas apresentavam 90% das folhas amarelas (senescência visual) proporcionou, em média, o menor índice de incidência de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* quando comparado aos demais tratamentos.

Com isso, verifica-se a importância da utilização de desseccantes na produção de sementes de soja, principalmente com relação à antecipação da colheita, evitando que as sementes fiquem expostas às condições adversas. Isso possibilitará a obtenção de sementes com alta qualidade e maior potencial de armazenamento, o que garantirá uma maior longevidade das sementes.

2.3 Armazenamento de sementes

A velocidade da perda de viabilidade após a maturidade fisiológica depende das condições ambientais pré e pós-colheita, do nível de danos mecânicos durante a colheita e o beneficiamento, e das condições de armazenamento (HARRINGTON, 1972). Para Delouche e Baskin (1973), a partir da maturidade fisiológica tem início o processo de deterioração das sementes. Atrasos na colheita, após o período de maturidade, correspondem ao armazenamento das mesmas no campo e contribuem para acelerar o processo de deterioração. Esse armazenamento ao ar livre pode comprometer a qualidade das sementes, pois essas permanecem expostas às variações climáticas, ao ataque de insetos e de microrganismos que contribuem significativamente para a queda de qualidade, como já verificado por vários autores (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; VIEIRA et al., 1983).

Quando a semente é colocada no armazém, a preservação da qualidade fica na dependência das condições de armazenamento e do potencial fisiológico inicial, pois a qualidade da semente não pode ser melhorada, durante o armazenamento, podendo apenas ser preservada quando as condições de conservação são favoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; POPINIGIS, 1985).

Com o armazenamento de sementes procura-se minimizar o processo de deterioração, evitando a perda de germinação e de vigor, e prevenir perdas de recursos genéticos muitas vezes importantes (DIAS; CHAMMA, 1991). Além disso, procura-se conservar o potencial das sementes até que a semeadura da próxima safra, de maneira que produza a população de plantas esperada (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Entre os fatores que afetam o potencial fisiológico das sementes, encontram-se a constituição química, a qualidade inicial do lote, o teor de água,

as condições ambientais e a presença de fungos e insetos durante o armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O armazenamento engloba vários procedimentos voltados à preservação da qualidade das sementes, no intuito de proporcionar um ambiente no qual as mudanças fisiológicas e bioquímicas sejam mantidas em um nível aceitável (BERJAK; PAMMENTER, 1997).

Vale ressaltar que o processo de deterioração é inevitável, mesmo em condições artificialmente adequadas e que a qualidade das sementes não melhora durante o armazenamento, sendo fundamental a qualidade inicial do lote.

O comportamento das sementes durante o armazenamento varia em função da temperatura, umidade relativa do ar, grau de umidade das sementes e o tipo de embalagem utilizada. No entanto, mesmo quando a umidade for mantida em nível adequado durante o armazenamento, a longevidade da semente é curta, podendo ser de algumas semanas até alguns meses, de acordo com a espécie (KING; ROBERTS, 1979).

A longevidade corresponde ao período em que as sementes se mantêm vivas sendo capazes de germinar quando colocadas em condições favoráveis (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977). No entanto, a associação de fatores intrínsecos as sementes com fatores bióticos e abióticos durante o armazenamento podem reduzir ou aumentar esse período.

A respiração é um processo que continua mesmo após as sementes terem sido colhidas, sendo esse fenômeno necessário para que a semente se mantenha viva. Porém, quando as sementes são armazenadas o processo respiratório deve ser mantido a um nível tão baixo quanto possível para que haja uma melhor conservação. Nas sementes úmidas, os fungos são os principais responsáveis pela intensificação da respiração (CASTRO et al., 1998). O alto teor de água favorece o aparecimento de microrganismos, e provoca a deterioração durante o

armazenamento, envolvendo uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e físicas que eventualmente causam a morte das sementes.

O processo de deterioração é o somatório de todas as transformações degenerativas que ocorrem a partir do momento em que as sementes atingem seu máximo de qualidade, durante sua formação, até a semeadura. Essas transformações têm caráter irreversível, são inevitáveis, são mínimas no momento em que a semente atinge o seu máximo vigor e acontecem com diferentes velocidades em função da espécie, da cultivar e de lotes de sementes, numa determinada condição ambiental. Quando as sementes se deterioram, ocorre a perda de vigor progressivamente, apresentando redução na velocidade e uniformidade de emergência, menor resistência a condições adversas, decréscimo na proporção de plântulas normais e, finalmente, perdem a viabilidade ou capacidade de germinar (HALMER; BEWLEY, 1984).

Para Baudet (2003), a deterioração da semente é um processo irreversível, não sendo possível impedi-lo, no entanto é possível retardar sua velocidade através do manejo correto e eficiente das condições ambientais durante o armazenamento.

Dentre as principais alterações envolvidas no processo de deterioração, destacam-se o esgotamento das reservas; a alteração da composição química, como oxidação dos lipídios, das enzimas envolvidas na deterioração de sementes e a quebra parcial das proteínas; a alteração nas membranas celulares, com redução da integridade, aumento da permeabilidade e desorganização das membranas celulares. Embora a deterioração progrida com a elevação do grau de umidade das sementes, os mecanismos celulares funcionais de reparo são mantidos pelo metabolismo durante a respiração aeróbica (IBRAHIM; ROBERTS, 1983).

A perda da viabilidade das sementes no processo de deterioração é precedida por redução na capacidade de sintetizar proteínas devido ao declínio

de componentes como ribossomos, RNA mensageiro e alterações em nível de transcrição e tradução com o envelhecimento das sementes (VIEIRA, 2002) e à degradação de macromoléculas, tais como: proteínas, lipídios, ácidos nucleicos e, conseqüentemente, à diminuição de atividades bioquímicas de sementes (COOLBEAR, 1995).

Com o envelhecimento das sementes, as membranas se tornam fracas, as enzimas perdem a atividade catalítica e os cromossomos acumulam mutações. O mecanismo de degradação de membranas e macromoléculas durante o envelhecimento tem sido objeto de pesquisas nas últimas décadas, visto que, conhecer as mudanças degenerativas que ocorrem nas sementes, com detalhes nos níveis celulares, subcelulares e moleculares, bem como as formas de identificação de cada estágio dessas transformações, é a forma mais segura de interferir no processo de deterioração e de selecionar sementes com qualidade fisiológica garantida.

Pesquisadores têm demonstrado que proteínas e enzimas podem ser bons marcadores do estágio de deterioração em sementes por meio das variações eletroforéticas. E muitos estudos demonstram existência de correlação entre a perda da viabilidade das sementes e queda na atividade de algumas enzimas.

Santos, Menezes e Vilela (2004) observaram aumento na atividade de esterase durante o armazenamento de sementes de feijão, sendo o aumento mais expressivo na cultivar de menor qualidade fisiológica. Também avaliando a atividade de esterase, Aung e McDonald (1995) observaram em sementes de amendoim um decréscimo na sua atividade total, com o aumento de deterioração tanto em sementes embebidas como nas não embebidas.

Segundo Veiga et al. (2010), enzimas envolvidas nos processos de respiração e na deterioração das sementes como as esterases, malato desidrogenase, álcool desidrogenase, catalase, dentre outras, constituem em ferramentas importantes, uma vez que essas enzimas possuem grande potencial

como marcadores moleculares para monitorar e caracterizar a qualidade fisiológica de sementes. Além disso, auxiliam no diagnóstico do estado fisiológico de sementes, e em determinados casos, contribuem para o entendimento das causas relacionadas à redução de vigor e viabilidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais de condução dos ensaios

O experimento consistiu-se de dois ensaios os quais foram conduzidos na safra de 2009/10, no Laboratório de Análises de Sementes (LAS), no Laboratório de Patologia de Sementes (LAPS) e no campo experimental do departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. A cidade está localizada na Região Sul de Minas Gerais, Latitude $21^{\circ} 14'S$ e Longitude $40^{\circ} 17'W$ e a 918,8 m de altitude.

A região do Sul de Minas Gerais, de acordo com a classificação de Koppen, apresenta clima tipo Cwa (OMETO, 1981). Os dados relativos à precipitação pluviométrica e às temperaturas mínima, máxima e média registrados na Estação Climatológica Principal de Lavras (MG) são ilustrados nas Figuras 1 e 2.

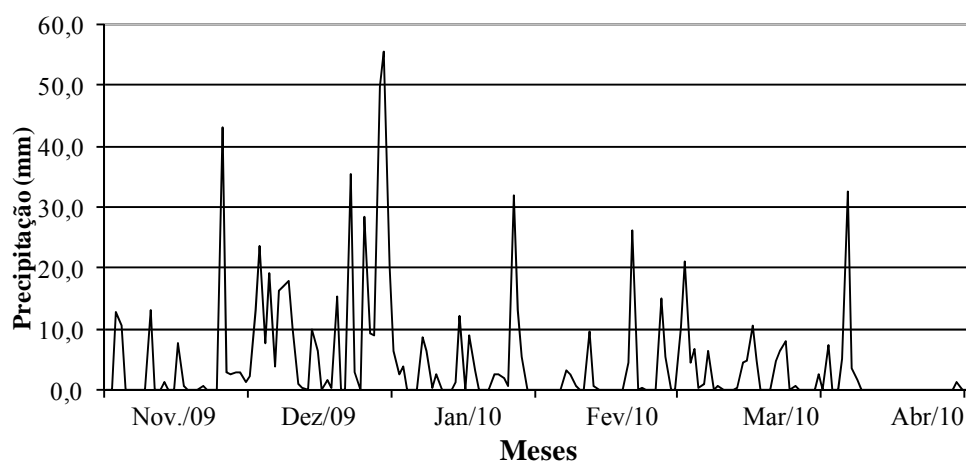


Figura 1 Precipitação acumulada no período de novembro de 2009 a abril de 2010

Fonte: Estação Climatológica Central de Lavras-MG.

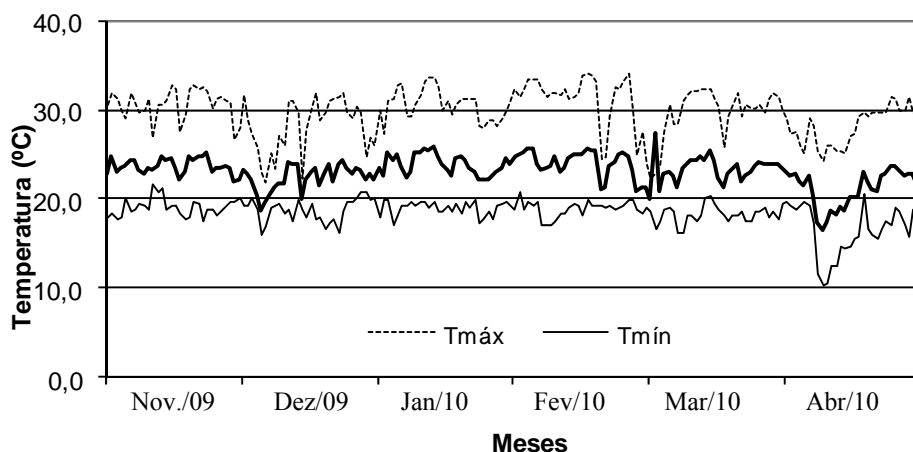


Figura 2 Variação diária da temperatura no período de novembro de 2009 a abril de 2010

Fonte: Estação Climatológica Central de Lavras-MG.

3.2 Ensaio 1: Efeitos da dessecação sobre a qualidade de sementes de soja de cultivares com diferentes teores de lignina

Para a realização dos ensaios foram utilizadas sementes de soja das cultivares BRS Silvânia RR, BRS Valiosa RR, BRS 245 RR e BRS 247 RR, sendo todas cultivares transgênicas, resistentes à herbicida (RR), e com os respectivos teores de lignina (g%), 0.446, 0.309, 0.192 e 0.199. As principais características agrônômicas das cultivares encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 Características utilizadas das cultivares de soja para a implantação dos experimentos na safra 2009/2010

Características da planta	Cultivares			
	BRS Sivânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
Região de adaptação	MG; GO; DF	MG; GO; DF	SC; PR; SP	SC; PR; SP
Altura de planta (cm)	76	71	77	73
Tipo de crescimento	Determinado	Determinado	Determinado	Determinado
Cor da flor	Branca	Roxa	Branca	Branca
Cor da pubescência	Marrom	Marrom	Marrom	Marrom
Ciclo de maturação	126	124	123	127
Peso de 100 grãos (g)	13,8	14,7	13,3	12,8

Para a implantação do experimento em campo, inicialmente foi realizada a análise de solo e as interpretações foram realizadas seguindo as recomendações de Ribeiro, Guimarães e Vicente (1999). Foi realizado preparo convencional do solo (aração + 2 gradagens), e em seguida foram feitos os sulcos espaçados de 0,5m.

A semeadura foi realizada manualmente, utilizando como adubação de base 450 Kg/ha do adubo 04-30-10. As sementes foram tratadas com o fungicida Derosal Plus, na dosagem de 200 mL/100kg de sementes, e após inoculadas com *Bradyrhizobium* utilizando produto comercial turfoso, de maneira a garantir população mínima de 1.200.000 bactérias/semente. As parcelas foram constituídas de 5 linhas de 5 metros, com espaçamento de 0,5 m entre linha e 20 sementes por metro linear, sendo as 3 linhas centrais de cada parcela consideradas úteis, desconsiderando 0,5 m de cada extremidade. Cada tratamento foi constituído de 3 repetições. Por ocasião do desbaste, manteve-se a densidade de 13 plantas por metro linear, sendo os controles de plantas daninhas, pragas e doenças, quando necessários, foram realizados conforme recomendações para a cultura.

Para a dessecação, foram utilizados os herbicidas *diquat* (2 L.ha⁻¹), *paraquat* (2,5 L.ha⁻¹) e glufosinato de amônio (3 L.ha⁻¹), aplicados utilizando-se pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂, equipado com pontas XR110002-VS, pressão de 2,0 kgf.cm⁻² e volume de calda de 200 L.ha⁻¹. Além disso, no tratamento testemunha foi aplicado água. As aplicações foram realizadas em três épocas, sendo que para a determinação do momento de aplicação tomou-se como base o grau de umidade das sementes. Sendo assim, as épocas de aplicação ficaram definidas da seguinte maneira: 1ª época – quando as sementes encontravam-se com grau de umidade próxima de 50%; 2ª época – sementes com grau de umidade próximo a 40%; e 3ª época – sementes com grau de umidade próximo a 30%. Antes da aplicação dos herbicidas, foram coletados legumes das duas linhas laterais e as sementes debulhadas manualmente, para determinação do teor de água das sementes pelo método da estufa a 105 °C, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). No momento da aplicação as parcelas foram protegidas com lona plástica, a fim de evitar deriva.

Após a aplicação, o teor de água das sementes foi monitorado diariamente até atingir 18 a 20%, quando foi realizada a colheita manual das plantas. Após a colheita, as plantas foram submetidas à secagem natural, até que as sementes atingissem teor de água de, aproximadamente, 13%. As plantas foram contadas, e as sementes debulhadas e limpas manualmente. Em seguida foram realizadas as avaliações conforme descritas na sequência.

3.2.1 Avaliações

Produtividade: após a colheita, secagem e debulha das plantas das parcelas úteis, as sementes foram pesadas, e os pesos obtidos foram corrigidos para 13% de umidade, e os resultados expressos em quilogramas por hectare (Kg/ha).

Teste de germinação: foi realizado com duas subamostras de 50 sementes por parcela, totalizando 300 sementes por tratamento. A semeadura foi realizada em papel toalha, tipo *Germitest*, na forma de rolo, umedecido com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. Em seguida, as sementes foram colocadas para germinar em germinador previamente regulado à temperatura de 25° C. As avaliações foram feitas aos 5 e 8 dias após a semeadura, seguindo as prescrições contidas nas regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), considerando o número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Teste de emergência em bandeja: a semeadura foi realizada em bandejas plásticas contendo como substrato, solo + areia na proporção 2:1, e irrigado até atingir 60% da capacidade de campo do substrato. Foram utilizadas duas subamostras de 50 sementes por parcela. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal à temperatura de 25°C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas), sendo as mesmas irrigadas sempre que necessário. A partir da emergência da primeira plântula foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emergidas até a estabilização do processo. Foi considerada a porcentagem de plântulas normais aos 14 dias e também o índice de velocidade de emergência, determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

Envelhecimento artificial: foi utilizado o método da caixa plástica tipo *gerbox* adaptada, contendo 40 mL de água e uma camada única de sementes cobrindo toda a tela suspensa. Posteriormente, essas caixas foram colocadas em câmara tipo BOD a 42°C por 48 horas (DUTRA; VIEIRA, 2004). Após, as sementes foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação; com os resultados expressos em porcentagem.

Condutividade elétrica: foram utilizadas duas subamostras de 50 sementes por parcela. As sementes foram pesadas e em seguida, colocadas em

copos plásticos descartáveis com 75mL de água destilada. Após 24 horas de embebição, à temperatura de 25°C, a condutividade elétrica foi determinada com auxílio de um condutivímetro com resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, de acordo com o método descrito por Vieira (1999).

Teste de tetrazólio: foi conduzido com duas subamostras de 25 sementes, por repetição de cada tratamento, que foram pré-condicionadas em papel toalha umedecido com água destilada, permanecendo por 16 horas no germinador a 25°C. Após esse período, as sementes foram imersas em solução de sal 2, 3, 5 cloreto de trifenil tetrazólio, a uma concentração de 0,075% e acondicionadas em BOD a 25°C por três horas. Após esse período, a solução foi drenada, as sementes lavadas e mantidas em água destilada, até a interpretação do teste. Para avaliação, as sementes foram seccionadas longitudinalmente dividindo-se o eixo embrionário ao meio, para facilitar a avaliação dos danos. A avaliação foi realizada conforme metodologia proposta por Kryzanowski, França Neto e Henning (1991), considerando apenas sementes vigorosas.

Determinação do teor de lignina: para facilitar a separação do tegumento da semente de soja, as sementes foram imersas em água, por aproximadamente 12 horas. Após a remoção dos tegumentos, esses foram secados em estufa previamente regulada à temperatura de 55°C, por 48 horas. Posteriormente, os tegumentos foram macerados em cadinhos com o uso de nitrogênio líquido, com o objetivo de obter um pó bastante fino. As amostras foram lavadas por 2 vezes com 1,5 mL de Triton e levadas a centrifuga a 10.000 rpm por 10 minutos. Em seguida o sobrenadante foi descartado. O precipitado foi lavado com 1,5 mL de água destilada, novamente centrifugado e o sobrenadante descartado. Em seguida as amostras foram secadas por 8 h em liofilizador (*Integrated Speed Vac System*, modelo L101, marca Liobras). Do material liofilizado, foram pesados 30 mg e armazenados em dessecador para posterior procedimento de extração e quantificação da lignina. Foram

adicionados ao material 1,5 mL de Metanol 80%, seguido de agitação por 15 horas em agitador rotativo à temperatura ambiente e protegido da luz. Logo após, foi centrifugado a 12.000 rpm por 5 min. O sobrenadante foi descartado e o resíduo secado a 65°C por 4 h. O resíduo seco foi utilizado para a determinação de lignina, de acordo com metodologia de Barber e Ride (1988), com algumas modificações. Para isso, foram adicionados ao resíduo 1,5 mL de uma solução contendo ácido tioglicólico e HCl 2M, na proporção de 1:10. Os microtubos contendo o resíduo e a solução foram agitados suavemente para hidratação do resíduo, e colocados em banho-maria a 100°C por 4 h. Em seguida os microtubos foram colocados em gelo para resfriamento por 10 min. e centrifugados a 10.000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi descartado e o precipitado, lavado com 1,5 mL de água destilada e deionizada e novamente centrifugada a 10.000 rpm por 10 min. Após, o sobrenadante foi descartado e o precipitado foi ressuspensão adicionando 1,5 mL de NaOH 0,5M, e a mistura agitada em agitador rotativo por 15 h à temperatura ambiente. A mistura foi centrifugada a 10.000 rpm por 10 min., e o sobrenadante transferido para um novo microtubo, ao qual foram adicionados 200µl de HCl concentrado e mantido em geladeira (+/- 4°C) por 4 h, para que a lignina se precipite. Em seguida a mistura foi centrifugada a 10.000 rpm por 10 min, o sobrenadante descartado, e o precipitado ressuspensão em 1,5 mL de NaOH 0,5M.

A determinação do conteúdo de lignina no tegumento foi baseada na absorbância dessa solução, medida a 280 nm, e os valores calculados com base na curva de lignina, sendo expresso em mg de lignina por grama de tecido seco.

Teste de sanidade (“Blotter Test”): a análise sanitária foi realizada utilizando quatro subamostras de 50 sementes por parcela, dispostas em placas de petri (□15 cm), contendo papel filtro umedecido com água destilada e estéril, acrescida de 2,4-diclorofenoxiacetato de sódio (2,4-D) a 0,5% e 0,2% de ágar. Todos os materiais utilizados para realização do teste de sanidade foram

esterilizados, para evitar contaminações que pudessem comprometer a validade dos resultados do teste de sanidade. As placas foram incubadas em câmara com fotoperíodo de 12 horas durante sete dias à temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Para a observação das sementes e identificação da ocorrência de frutificações típicas do crescimento de fungos foi utilizado um microscópio estereoscópio. Após a identificação, os resultados foram expressos em percentagem de ocorrência de fungos nas sementes por repetição de cada tratamento (BRASIL, 2009).

3.3 Ensaio 2: Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja com diferentes teores de lignina, oriundas de plantas dessecadas, após armazenamento

Após a colheita, beneficiamento e realização das avaliações do ensaio 1, parte das sementes foi embalada em sacos de papel multifoliado e armazenada na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) do Setor de Sementes da Universidade Federal de Lavras (LAS-UFLA), em condições normais de temperatura e umidade relativa locais. Após seis meses de armazenamento a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, emergência em bandeja, índice de velocidade de emergência, envelhecimento artificial, condutividade elétrica e tetrazólio, e a qualidade sanitária foi avaliada pelo teste de sanidade (“*Blotter test*”), conforme metodologias descritas no ensaio 1.

3.4 Delineamento Experimental

Os dois ensaios foram instalados em delineamento em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema

fatorial 4 x 3 x 4 (4 cultivares, 3 épocas de aplicação em função da umidade das sementes e 4 herbicidas - 3 dessecantes + água).

A análise estatística foi realizada utilizando-se o *software* estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2000). Nas análises, quando verificado efeito significativo dos tratamentos, para testar a significância de diferenças entre as médias dos tratamentos, utilizou-se o teste de médias Scott-Knot.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ensaio 1: Efeitos da dessecação sobre a qualidade de sementes de soja de cultivares com diferentes teores de lignina

De acordo com os resultados do teor de lignina no tegumento das sementes das cultivares utilizadas para a condução dos ensaios, observar-se pela análise de variância dos dados (Tabela 1A) significância para a interação entre os três fatores, cultivar vs. época vs. herbicida. Verifica-se pelas tabelas 2 e 3 que o teor de lignina foi influenciado pelos fatores avaliados e interações entre ambos, o que acarretou em variações nos valores obtidos, tendo esses variados entre 0,146 e 0,461g%.

Vários genes e enzimas estão envolvidos no processo de síntese e acúmulo de lignina no tegumento de sementes de soja (BALDONI, 2010), por isso a sua expressão pode sofrer grandes interferências de fatores ambientais e práticas de manejo que possam levar a alterações durante o processo de desenvolvimento e maturação das sementes.

Verifica-se que os maiores valores estão relacionados às cultivares BRS Sylvania e BRS Valiosa (0,461 e 0,32g%), e os menores valores às cultivares BRS 245 e BRS 247 (0,146 e 0,182g%). Esses resultados estão de acordo com os observados anteriormente por Baldoni (2010), Dantas (2012) e Gris (2009).

Segundo Capelett et al. (2005) cultivares com teores de lignina no tegumento superiores a 0,4g% são consideradas tolerante ao dano mecânico e consequentemente possuem melhor qualidade fisiológica.

Tabela 2 Teores médios de lignina no tegumento (g%) de sementes de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação

Época	Herbicida	Cultivares			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
1 ^a	Testemunha	0,304 Ac	0,293 Aa	0,210 Bb	0,196 Ba
	Finale®	0,461 Aa	0,317 Ba	0,235 Cb	0,210 Ca
	Gramoxone®	0,238 Cd	0,320 Aa	0,265 Ba	0,182 Da
	Reglone®	0,378 Ab	0,251 Ba	0,230 Bb	0,198 Ca
2 ^a	Testemunha	0,299 Ab	0,291 Aa	0,221 Ba	0,194 Bb
	Finale®	0,272 Bb	0,306 Aa	0,236 Ca	0,192 Db
	Gramoxone®	0,289 Ab	0,259 Bb	0,146 Cb	0,244 Ba
	Reglone®	0,359 Aa	0,260 Bb	0,227 Ba	0,188 Cb
3 ^a	Testemunha	0,302 Aa	0,297 Aa	0,219 Ba	0,192 Ba
	Finale®	0,338 Aa	0,302 Aa	0,235 Ba	0,187 Ca
	Gramoxone®	0,308 Aa	0,241 Bb	0,193 Cb	0,201 Ca
	Reglone®	0,310 Aa	0,246 Bb	0,233 Ba	0,182 Ca
Médias		0,322	0,282	0,221	0,197

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e letras minúsculas nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Assim conforme objetivo inicial desta pesquisa dividiu-se as cultivares em dois grupos, considerando as cultivares BRS Silvânia e BRS Valiosa como sendo de alto teor de lignina, e as cultivares BRS 245 e BRS 247 de baixo.

Verifica-se ainda, pelas tabelas 2 e 3, que o teor de lignina é afetado de maneira distinta com relação aos herbicidas usados para a dessecação, a época de aplicação e cultivar. De maneira geral, observa-se que o Gramoxone® foi o herbicida que mais afetou os teores de ligninas nas diferentes cultivares.

Tabela 3 Teores médios de lignina no tegumento (g%) de sementes de soja referentes à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação

Herbicida	Época	Cultivar			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
Testemunha	1 ^a	0,304 a	0,293 a	0,210 a	0,196 a
	2 ^a	0,299 a	0,291 a	0,221 a	0,194 a
	3 ^a	0,302 a	0,297 a	0,219 a	0,192 a
Finale®	1 ^a	0,461 a	0,317 a	0,235 a	0,210 a
	2 ^a	0,272 c	0,306 a	0,236 a	0,192 a
	3 ^a	0,338 b	0,302 a	0,235 a	0,187 a
Gramoxone®	1 ^a	0,238 b	0,320 a	0,265 a	0,182 b
	2 ^a	0,289 a	0,259 b	0,146 c	0,244 a
	3 ^a	0,308 a	0,241 b	0,193 b	0,201 b
Reglone®	1 ^a	0,378 a	0,251 a	0,230 a	0,198 a
	2 ^a	0,359 a	0,260 a	0,227 a	0,188 a
	3 ^a	0,310 b	0,246 a	0,233 a	0,182 a
Médias		0,322	0,282	0,221	0,197

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Nas Tabelas 2A e 3A estão apresentados os resultados da análise de variância das variáveis avaliadas no ensaio I. Pode-se observar efeitos significativos entre e dentro dos fatores estudados. Para as variáveis, germinação, emergência, envelhecimento artificial e produtividade a interação entre os três fatores foi significativa, indicando que houve resposta diferencial entre as cultivares, épocas de aplicação dos dessecantes e herbicidas utilizados na dessecação. Já para as variáveis, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência (IVE) e tetrazólio a interação significativa foi entre cultivar e herbicida, sendo que para o tetrazólio a interação entre época de aplicação dos dessecantes e herbicidas também foi significativa.

Para o teste de germinação (Tabela 4) verificar-se que as sementes das cultivares BRS 245 e BRS 247 obtiveram percentagens médias superiores às cultivares BRS Silvânia e BRS Valiosa.

Tabela 4 Percentagem de germinação de sementes de diferentes cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação

Época	Herbicida	Cultivares			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
1 ^a	Testemunha	97 Ba	97 Ba	98 Aa	99 Aa
	Finale®	98 Aa	94 Bb	92 Cb	95 Bb
	Gramoxone®	98 Aa	95 Bb	98 Aa	99 Aa
	Reglone®	97 Ba	98 Ba	97 Ba	99 Aa
2 ^a	Testemunha	96 Bb	97 Ba	99 Aa	99 Aa
	Finale®	99 Aa	98 Aa	99 Aa	96 Bb
	Gramoxone®	98 Aa	94 Bb	99 Aa	98 Aa
	Reglone®	96 Bb	96 Ba	99 Aa	100 Aa
3 ^a	Testemunha	97 Bb	96 Bb	100 Aa	98 Aa
	Finale®	99 Aa	99 Aa	99 Aa	98 Aa
	Gramoxone®	94 Bd	95 Bc	99 Aa	99 Aa
	Reglone®	96 Cc	94 Cc	97 Bb	100 Aa

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e letras minúsculas nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Em estudo avaliando a influência do teor da lignina na qualidade e armazenabilidade de sementes de soja inoculadas, Dantas (2012) obteve resultados semelhantes. Segundo o autor, nas cultivares de alto e médio teor de lignina foram observados os menores valores percentuais de plântulas normais, enquanto para as de baixo teor os valores foram superiores.

Segundo Alvarez et al. (1997) o alto teor de lignina no tegumento das sementes de soja torna difícil o processo de absorção de água. E esse processo é essencial para a retomada de atividades metabólicas de sementes e, portanto, desempenha papel fundamental no processo de germinação (LABOURIAU, 1983).

Quando as aplicações dos dessecantes foram realizadas no estádio no qual as sementes apresentavam teor de água de 50% (1ª época), observa-se que o uso do Finale® foi prejudicial para a germinação das sementes, exceto para a cultivar BRS Silvânia que não apresentou diferenças estatísticas entre os herbicidas. Para a cultivar BRS Valiosa, o Gramoxone® também apresentou efeitos negativos para a germinação, assim como o Finale®. Esse mesmo efeito também foi observado para a cultivar BRS 247, na 2ª época de aplicação. Verifica-se pela tabela 5 que de acordo com as épocas de aplicação, na 1ª época o uso do Finale® causou efeitos negativos à germinação.

O Finale® (glufosinato de amônio) apesar de ser também um herbicida de contato, possui mais facilidade de translocação quando comparado ao *paraquat* (LACERDA et al., 2005) e ao *diquat*. Por isso, a aplicação do Finale® no estádio em que as sementes possuíam maior teor de água (50%) pode ter contribuído para um efeito negativo, pois provavelmente houve translocação do produto para o interior da célula causando algum efeito fitotóxico. Assim, sendo a água o principal agente de transporte para os tecidos internos, quanto maior o teor de água existente em uma semente, maior a possibilidade de o dessecante causar danos à semente (FERREIRA; LAMAS; PROCÓPIO, 2007; MIGUEL, 2003).

Lacerda, Lazarini e Sã (2003), avaliando a aplicação de quatro dessecantes em diferentes épocas na cultura da soja, observaram que o dessecante Glufosinato de Amônio propiciou, menores valores de germinação

das sementes. Resultados semelhantes também foram observados por Miguel (2003).

Observa-se pela tabela 5 que para as cultivares com maiores teores de lignina (BRS Silvânia e BRS Valiosa), o Finale® aplicado quando as sementes apresentavam teores de água de 40 e 30% (2ª e 3ª época), proporcionou os maiores valores de germinação. Sendo que na 3ª época se mostrou superior a testemunha e os demais herbicidas utilizados. Nessa época, os efeitos negativos na germinação das sementes foram mais pronunciados quando se utilizou os herbicidas Gramoxone® e Reglone®.

Tabela 5 Percentagem de germinação de sementes de soja referentes à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação

Herbicida	Época	Cultivar			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
Testemunha	1ª	97 a	97 a	98 a	99 a
	2ª	96 a	97 a	99 a	99 a
	3ª	97 a	96 a	100 a	98 a
Finale®	1ª	98 a	94 b	92 b	95 b
	2ª	99 a	98 a	99 a	96 b
	3ª	99 a	99 a	99 a	98 a
Gramoxone®	1ª	98 a	95 a	98 a	99 a
	2ª	98 a	94 a	99 a	98 a
	3ª	94 b	95 a	99 a	99 a
Reglone®	1ª	97 a	98 a	97 a	99 a
	2ª	96 a	96 b	99 a	100 a
	3ª	96 a	94 c	97 a	100 a

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Pelos resultados do teste de condutividade elétrica (Tabela 6) observa-se que a dessecação com os diferentes herbicidas proporcionou vigor superior a testemunha para as cultivares com maiores teores de lignina no tegumento (BRS Silvânia e BRS Valiosa). Já para as cultivares BRS 245 e BRS 247, não houve diferença significativa entre os herbicidas e a testemunha. Nesse contexto, Alvarez (1994) indica que o alto teor de lignina no tegumento torna difícil o processo de absorção de água e a perda de substâncias que podem ser lixiviadas da semente, afetando de maneira significativa os valores de condutividade elétrica.

Observar-se pela tabela 6 que para o tratamento testemunha (sem aplicação de herbicida) a cultivar BRS 247 apresentou os melhores resultados, seguidos pela BRS Valiosa e BRS 245, e a BRS Silvânia, com o menor vigor. Para o Finale® e Gramoxone® os resultados foram semelhantes, a cultivar BRS Valiosa apresentou vigor superior às demais, sendo os menores índices de vigor observados para BRS 245 e BRS Silvânia. Com a aplicação do Reglone®, as cultivares BRS Valiosa e BRS 247 foram superiores às demais.

Tabela 6 Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de diferentes cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas

Cultivar	Herbicida			
	Testemunha	Finale®	Gramoxone®	Reglone®
BRS Silvânia	73,52 Bc	67,44 Ac	68,86 Ac	68,92 Ab
BRS Valiosa	63,88 Bb	57,95 Aa	59,54 Aa	59,53 Aa
BRS 245	65,18 Ab	67,07 Ac	67,88 Ac	67,56 Ab
BRS 247	61,24 Aa	62,15 Ab	63,39 Ab	62,23 Aa

As médias seguidas de uma mesma letra minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

De maneira geral observa-se que a BRS Valiosa foi a cultivar que apresentou maior vigor, quando a dessecação foi realizada. E diante das informações iniciais referentes ao teor de lignina no tegumento das cultivares escolhidas para esta pesquisa, essa possui o maior teor. Panobianco et al. (1999) verificaram que o maior conteúdo de lignina influencia em uma menor troca de solutos entre a semente e o ambiente externo, alterando assim os níveis de condutividade elétrica que refletem na qualidade fisiológica da semente.

Para o vigor das sementes avaliado pelo teste de emergência, observa-se pela tabela 7 que a cultivar BRS Silvânia foi a mais afetada quando foi realizada a dessecação, principalmente com os herbicidas Finale® e Gramoxone®.

Tabela 7 Percentagem média de emergência de sementes de cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação

Época	Herbicida	Cultivares			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
1 ^a	Testemunha	98 Aa	97 Aa	97 Aa	99 Aa
	Finale®	97 Aa	95 Aa	89 Bb	97 Aa
	Gramoxone®	97 Aa	97 Aa	98 Aa	99 Aa
	Reglone®	98 Aa	97 Aa	99 Aa	98 Aa
2 ^a	Testemunha	97 Aa	98 Aa	99 Aa	98 Aa
	Finale®	97 Aa	98 Aa	98 Aa	99 Aa
	Gramoxone®	98 Aa	98 Aa	98 Aa	99 Aa
	Reglone®	98 Aa	97 Aa	99 Aa	98 Aa
3 ^a	Testemunha	98 Aa	96 Aa	99 Aa	100 Aa
	Finale®	96 Bb	96 Ba	99 Aa	99 Aa
	Gramoxone®	95 Bb	98 Aa	99 Aa	100 Aa
	Reglone®	99 Aa	96 Aa	98 Aa	98 Aa

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Verifica-se ainda pelas tabelas 7 e 8 que na 3ª época de aplicação, quando se utilizou o Finale® as cultivares BRS Silvânia e BRS Valiosa apresentaram percentagens de emergência inferiores às demais. Já quando se usou o Gramoxone®, apenas a BRS Silvânia apresentou percentagem inferior. Na 2ª época não se observou diferenças significativas entre as cultivares e os herbicidas. No entanto, na 1ª época observa-se que para as sementes da cultivar BRS 245 o Finale® provocou resultados inferiores na emergência quando comparado à testemunha e aos demais herbicidas, assim como em relação às cultivares.

Tabela 8 Percentagem média de emergência de sementes de soja, referentes à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação

Herbicida	Época	Cultivar			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
Testemunha	1ª	98 a	97 a	97 a	99 a
	2ª	97 a	98 a	99 a	98 a
	3ª	98 a	96 a	99 a	100 a
Finale®	1ª	97 a	95 a	89 b	97 a
	2ª	97 a	98 a	98 a	99 a
	3ª	96 a	96 a	99 a	99 a
Gramoxone®	1ª	98 a	97 a	98 a	99 a
	2ª	98 a	98 a	98 a	99 a
	3ª	95 a	98 a	99 a	100 a
Reglone®	1ª	98 a	97 a	99 a	98 a
	2ª	98 a	97 a	99 a	98 a
	3ª	99 a	96 a	98 a	98 a

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Pelos resultados do Índice de velocidade de emergência (Tabela 9), observa-se que as cultivares com menor teor de lignina (BRS 245 e BRS 247) apresentaram vigor superior. Sendo esse fato semelhante ao apresentado para o teste de germinação. Menezes et al. (2009), estudando os aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja, também obtiveram resultados semelhantes. Segundo os autores a velocidade de germinação pode ser correlacionada ao teor de lignina, no entanto essa correlação foi negativa.

Além disso, pode-se observar que para as cultivares BRS Valiosa e BRS 245 o uso de dessecante não promoveu diferenças significativas. No entanto, para a cultivar BRS Silvânia as sementes oriundas de plantas dessecadas com Finale® e Reglone®, apresentaram índices superiores a testemunha e Gramoxone®. Já para a cultivar BRS 247, os dessecantes Gramoxone® e Reglone® foram superiores a testemunha e o Finale®.

Tabela 9 Índice de velocidade de emergência de sementes de cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas

Cultivar	Herbicida			
	Testemunha	Finale®	Gramoxone®	Reglone®
BRS Silvânia	12,64 Bb	13,32 Ab	12,73 Bb	13,40 Ab
BRS Valiosa	12,52 Ab	12,21 Ab	12,27 Ab	12,50 Ac
BRS 245	14,60 Aa	13,55 Aa	14,15 Aa	14,03 Aa
BRS 247	14,02 Ba	13,49 Ba	14,66 Aa	14,44 Aa

As médias seguidas de uma mesma letra minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Quanto ao vigor das sementes pelo teste de envelhecimento artificial (Tabela 10 e 11), observa-se que quando não foi realizada a dessecação, as cultivares com maior teor de lignina (BRS Silvânia e BRS Valiosa) apresentaram resultados inferiores às demais. Já quando foi realizada a

dessecação a cultivar BRS Silvânia apresentou resultados inferiores às demais, exceto quando se utilizou o Finale® na 2ª época, onde não se observou diferenças significativas entre as cultivares.

Além disso, pode-se observar que os dois grupos de cultivares, alto e baixo teor de lignina, apresentaram resultados distintos em relação aos herbicidas utilizados na dessecação. Para as cultivares consideradas com alto teor, pode-se observar que a dessecação proporcionou melhor vigor quando comparado à testemunha, podendo se destacar o desempenho do Finale®.

Inoue et al. (2003), obtiveram resultados semelhantes. De acordo com os autores, o uso do glufosinato de amônio proporcionou maiores percentagens de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado, em relação aos demais tratamentos.

Já para as cultivares de baixo teor, na 1ª época observa-se que a aplicação do Finale® reduziu o vigor das sementes, e para a 2ª e 3ª época não foi observado diferenças significativas entre os herbicidas e a testemunha.

Tabela 10 Percentagem média de germinação de sementes de cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, submetidas ao teste de envelhecimento artificial

Época	Herbicida	Cultivares			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
1 ^a	Testestemunha	75 Cb	94 Ba	99 Aa	98 Aa
	Finale®	86 Ca	96 Aa	91 Bb	93 Bb
	Gramoxone®	86 Ba	97 Aa	98 Aa	97 Aa
	Reglone®	76 Bb	95 Aa	97 Aa	96 Aa
2 ^a	Testestemunha	79 Cc	93 Bb	98 Aa	96 Aa
	Finale®	95 Aa	98 Aa	97 Aa	98 Aa
	Gramoxone®	85 Bb	96 Aa	99 Aa	98 Aa
	Reglone®	92 Ba	99 Aa	99 Aa	97 Aa
3 ^a	Testestemunha	77 Cd	92 Bb	98 Aa	97 Aa
	Finale®	85 Bb	97 Aa	98 Aa	97 Aa
	Gramoxone®	91 Ba	97 Aa	99 Aa	99 Aa
	Reglone®	81 Bc	97 Aa	99 Aa	100 Aa

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e letras minúsculas nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Pode-se observar ainda, que exceto para a testemunha a aplicação dos herbicidas na 1^a e 2^a época acarretaram em maiores reduções de vigor das sementes (Tabela 11), podendo chegar a 18% de redução, conforme observado para a cultivar BRS Silvânia quando se aplicou o Reglone®. Esse fato pode estar diretamente relacionado com o teor de água das sementes, assim como ao estágio de desenvolvimento das sementes.

Tabela 11 Percentagem média de germinação de sementes de soja submetidas ao teste de envelhecimento artificial, referente à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação

Herbicida	Época	Cultivar			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
Testemunha	1 ^a	75 a	94 a	99 a	98 a
	2 ^a	79 a	93 a	98 b	96 a
	3 ^a	77 a	92 a	98 b	97 a
Finale®	1 ^a	86 b	96 a	91 b	93 b
	2 ^a	95 a	98 a	97 a	98 a
	3 ^a	85 b	97 a	98 a	97 a
Gramoxone®	1 ^a	86 b	97 a	98 a	97 a
	2 ^a	85 b	96 a	99 a	98 a
	3 ^a	91 a	97 a	99 a	99 a
Reglone®	1 ^a	76 c	95 b	97 a	96 a
	2 ^a	92 a	99 a	99 a	97 a
	3 ^a	81 b	97 b	99 a	100 a

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Pelos resultados do teste de tetrazólio (Tabela 12) verifica-se que as sementes da cultivar BRS Silvânia, assim como no envelhecimento artificial, apresentaram os menores valores de vigor das sementes, exceto quando se utilizou o Reglone® na dessecação, onde não foram observadas diferenças significativas. E quando se utilizou o Gramoxone® esses resultados foram semelhantes à BRS Valiosa. No entanto, quando se compara os herbicidas utilizados na dessecação observa-se que não houve diferenças significativas para as cultivares BRS Valiosa e BRS 245. Já na cultivar BRS Silvânia nota-se que a dessecação proporcionou maior vigor das sementes em relação à testemunha, sendo o Gramoxone® e o Reglone®, superior ao Finale®. E para a cultivar BRS

247, observa-se que o Gramoxone® e a testemunha apresentaram valores superiores ao Finale® e Reglone®.

Tabela 12 Percentagem média de vigor de sementes de cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas, submetidas ao teste de tetrazólio

Cultivar	Herbicida			
	Testemunha	Finale®	Gramoxone®	Reglone®
BRS Silvânia	95 Cb	97 Bc	99 Ab	98 Aa
BRS Valiosa	98 Aa	98 Ab	99 Ab	98 Aa
BRS 245	99 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa
BRS 247	99 Aa	99 Bb	100 Aa	99 Ba

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Pela tabela 13 pode-se observar que o Finale® proporcionou os menores valores de vigor quando aplicado na 3ª época. Além disso, não foram observadas diferenças significativas para as épocas em relação aos demais herbicidas, assim como quando os herbicidas foram aplicados na 1ª época. Na 2ª época observa-se que a dessecação foi superior a testemunha. Já na 3ª época, a qualidade das sementes oriundas das plantas onde foi aplicado o herbicida Finale® foi inferior às demais, sendo o Gramoxone® e o Reglone® superior a testemunha.

Tabela 13 Percentagem média de vigor de sementes de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, submetidas ao teste de tetrazólio

Época	Herbicida			
	Testemunha	Finale®	Gramoxone®	Reglone®
1 ^a	98 Aa	99 Aa	99 Aa	98 Aa
2 ^a	97 Ba	99 Aa	100 Aa	99 Aa
3 ^a	98 Ba	97 Cb	99 Aa	99 Aa

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Para a produtividade, os resultados variaram de 1726 a 3927 kg/ha. Observa-se pela tabela 14 que as cultivar BRS Silvânia e BRS Valiosa apresentam as menores produtividades, com médias de 2449 e 2808 kg/ha, respectivamente. Além disso, observar-se que em geral o Finale® foi o herbicida que mais afetou a produtividade de maneira negativa, sendo mais prejudicial quando aplicado na 3^a época (Tabela 15). Para as condições ambientais em que se realizou esta pesquisa, quando se compara com a testemunha, observa-se de uma maneira geral que os herbicidas utilizados na dessecação provocaram redução na produtividade. Vale ressaltar que além das práticas de manejo, como a dessecação, o desempenho produtivo de uma cultivar é fortemente influenciado pelos fatores intrínsecos ao genótipo e pelas condições ambientais do local de produção.

Tabela 14 Produtividade média (Kg/ha) de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação

Época	Herbicida	Cultivares			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
1 ^a	Testemunha	2905 Ba	3066 Ba	3673 Aa	3041 Ba
	Finale®	2283 Bb	2995 Aa	2724 Ac	3094 Aa
	Gramoxone®	2817 Ba	2822 Ba	3255 Ab	2651 Bb
	Reglone®	2797 Ba	2745 Ba	2738 Bc	3364 Aa
2 ^a	Testemunha	2881 Ba	3016 Ba	3603 Aa	2983 Bb
	Finale®	1726 Bb	2940 Aa	2704 Ab	2536 Ac
	Gramoxone®	1908 Cb	1809 Cc	3051 Bb	3555 Aa
	Reglone®	2143 Db	2558 Cb	3040 Bb	3927 Aa
3 ^a	Testemunha	2825 Ba	3102 Ba	3573 Aa	3106 Bb
	Finale®	2639 Aa	2467 Ab	2063 Bc	2601 Ac
	Gramoxone®	2385 Cb	3068 Ba	3026 Bb	3490 Aa
	Reglone®	2079 Bb	3106 Aa	3455 Aa	3362 Aa
Média		2449	2808	3075	3142

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Pode-se observar pela tabela 15 que a redução na produtividade causada pelos herbicidas, ocorreu de maneira distinta em relação às épocas de aplicação. O Finale® reduziu a produtividade quando aplicado na 3^a época. Já quando se aplicou o Gramoxone® e o Reglone® esse fato ocorreu de maneira mais significativa na 2^a época.

Tabela 15 Produtividade média (Kg/ha) de cultivares de soja, referentes à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação

Herbicida	Época	Cultivar			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
Testemunha	1 ^a	2905 a	3066 a	3673 a	3041 a
	2 ^a	2881 a	3016 a	3603 a	2983 a
	3 ^a	2825 a	3102 a	3573 a	3106 a
Finale®	1 ^a	2283 a	2995 a	2724 a	3094 a
	2 ^a	1726 b	2940 a	2704 a	2536 b
	3 ^a	2639 a	2467 b	2063 b	2601 b
Gramoxone®	1 ^a	2817 a	2822 a	3255 a	2651 b
	2 ^a	1908 c	1809 b	3051 a	3555 a
	3 ^a	2385 b	3068 a	3026 a	3490 a
Reglone®	1 ^a	2797 a	2745 b	2738 b	3364 b
	2 ^a	2143 b	2558 b	3040 b	3927 a
	3 ^a	2079 b	3106 a	3455 a	3362 b
Médias		2449	2808	3075	3142

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Na tabela 16 pode-se observar os resultados da incidência de patógenos em sementes de diferentes cultivares de soja, em função da aplicação de diferentes desseccantes. Observou-se pelo teste de sanidade (“*Boltter test*”) que *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.* e *Phomopsis sojae* foram os fungos mais frequentes nas sementes nas diferentes épocas de aplicação e para os diferentes herbicidas.

Lacerda et al. (2005) relatam em seus estudos que *Phomopsis spp.* e *Fusarium spp.* também foram os fungos fitopatogênicos que mais infectaram as sementes, fato verificado em todas as épocas em que se aplicaram os desseccantes.

Em geral, pode observar uma menor incidência, independente do patógeno, na cultivar BRS Silvânia. Observa-se também uma maior incidência de *Phomopsis sojae* na cultivar BRS 247. De uma maneira geral, o uso de dessecantes reduziu a incidência de patógenos nas sementes das cultivares de soja para todas as épocas de aplicação.

Tabela 16 Incidência de fungos (%) em sementes de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas

Cultivar	Herbicida			
	Testemunha	Finale®	Gramoxone®	Reglone®
<i>Fusarium spp.</i>				
BRS Silvânia	2	2	2	1
BRS Valiosa	8	3	5	3
BRS 245	14	8	12	10
BRS 247	4	8	6	6
<i>Aspergillus spp.</i>				
BRS Silvânia	3	2	4	2
BRS Valiosa	11	0	3	1
BRS 245	18	5	4	1
BRS 247	2	1	0	0
<i>Phomopsis sojae</i>				
BRS Silvânia	2	1	2	1
BRS Valiosa	11	8	6	11
BRS 245	8	2	7	4
BRS 247	22	12	17	14

4.2 Ensaio 2: Efeitos do armazenamento sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja com diferentes teores de lignina, oriundas de plantas dessecadas

Na Tabela 4A e 5A estão apresentados os resultados das análises estatísticas para as variáveis avaliadas no ensaio II. Interações significativas entre os fatores foram observadas apenas para os testes de germinação e tetrazólio. Sendo a interação entre cultivar vs. época vs. herbicida significativa para o teste de germinação, e as interações entre cultivar vs. época e cultivar vs. herbicida para o teste de tetrazólio. Para as demais variáveis avaliadas nesse ensaio, emergência, envelhecimento artificial, condutividade elétrica e índice de velocidade de emergência (IVE) diferenças significativas foram observadas apenas para o fator cultivar de maneira isolada, exceto para o teste de condutividade elétrica, onde além da cultivar, o fator herbicida também foi significativo.

Após 180 dias de armazenamento em condições normais do local de realização da pesquisa, observa-se uma tendência de redução na percentagem média de plântulas normais pelo teste de germinação (Tabela 17 e 18) para todas as cultivares. No entanto, essa redução é mais acentuada para as cultivares com alto teor de lignina (BRS Silvânia e BRS Valiosa). Essas cultivares apresentaram as menores médias, 72 e 78% respectivamente. As maiores médias foram observadas para as cultivares BRS 245 (97%) e BRS 247 (98%), consideradas de baixo teor. Vale ressaltar, que resultados semelhantes também foram observados no ensaio I.

A impermeabilidade do tegumento, conferida pela lignina, exerce efeito significativo sobre a capacidade e velocidade de absorção de água, interferindo dessa forma na fase de embebição do processo de germinação das sementes (MCDUGALL et al., 1996), uma vez que durante esse processo a absorção de

água é essencial para a retomada de atividades metabólicas de sementes (LABOURIAU, 1983).

Diante da alta qualidade inicial das sementes, principalmente para as cultivares de baixo teor, apresentadas no ensaio I, pode-se observar que essas cultivares não apresentaram percentagem de germinação inferior ao padrão mínimo, que conforme Embrapa Soja (2011) a porcentagem mínima exigida como padrão para semente é de 80%. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), durante o período em que as sementes permanecem no armazém, a preservação da qualidade depende das condições de armazenamento, e principalmente do potencial fisiológico inicial do lote.

Tabela 17 Percentagem média de germinação de sementes de cultivares de soja oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, após seis meses de armazenamento

Época	Herbicida	Cultivares			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
1 ^a	Testemunha	90 Ba	87 Ba	94 Aa	98 Aa
	Finale®	80 Bb	78 Bb	85 Bb	94 Aa
	Gramoxone®	92 Aa	83 Ba	94 Aa	97 Aa
	Reglone®	84 Bb	72 Cb	94 Aa	92 Aa
2 ^a	Testemunha	88 Ba	85 Ba	95 Aa	98 Aa
	Finale®	82 Ba	90 Aa	96 Aa	93 Aa
	Gramoxone®	84 Ba	93 Aa	96 Aa	95 Aa
	Reglone®	90 Aa	77 Bb	97 Aa	94 Aa
3 ^a	Testemunha	88 Ba	88 Ba	96 Aa	97 Aa
	Finale®	82 Bb	82 Ba	97 Aa	94 Aa
	Gramoxone®	79 Bb	84 Ba	94 Aa	96 Aa
	Reglone®	78 Cb	87 Ba	96 Aa	94 Aa

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e letras minúsculas nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Observa-se que os herbicidas utilizados na dessecação em geral resultaram em redução da germinação, sendo que entre as cultivares a BRS Silvânia foi a mais prejudicada com a dessecação.

Tabela 18 Percentagem média de germinação de sementes de soja após seis meses de armazenamento, referente à interação entre os fatores cultivares vs. herbicidas dentro das épocas de aplicação

Herbicidas	Época	Cultivar			
		BRS Silvânia	BRS Valiosa	BRS 245	BRS 247
Testemunha	1 ^a	90 a	87 a	94 a	98 a
	2 ^a	88 a	85 a	95 a	98 a
	3 ^a	88 a	88 a	96 a	97 a
Finale®	1 ^a	80 a	78 b	85 b	94 a
	2 ^a	82 a	90 a	96 a	93 a
	3 ^a	82 a	82 b	97 a	94 a
Gramoxone®	1 ^a	92 a	83 b	94 a	97 a
	2 ^a	84 b	93 a	96 a	95 a
	3 ^a	79 b	87 b	96 a	94 a
Reglone®	1 ^a	84 b	72 b	94 a	92 a
	2 ^a	90 a	77 b	97 a	94 a
	3 ^a	78 b	87 a	96 a	94 a

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Na 1^a época de aplicação sementes da cultivar BRS 247 não apresentaram diferenças significativas com a aplicação de dessecantes. Para as sementes das demais cultivares que foram pulverizadas com Finale® houve menores valores de germinação, sendo que para as cultivares BRS Silvânia e BRS Valiosa, o Reglone® foi semelhante ao Finale®. Para a 2^a época, diferenças significativas foram obtidas apenas para as sementes da cultivar BRS

Valiosa, onde o Reglone® apresentou resultados inferiores ao Finale®, Gramoxone® e a testemunha. Já quando a dessecação foi realizada quando as sementes apresentavam com 30% de teor de água, resultados significativos foram observados apenas para a cultivar BRS Silvânia, onde, independente do herbicidas utilizado na dessecação, as percentagens médias de germinação foram inferiores a testemunha.

Pelos resultados do teste de emergência de plântulas (Tabela 19), observa-se que as cultivares BRS 245 e BRS 247, classificadas como de baixo teor, apresentaram valores médios de emergência de plântulas maiores que as cultivares de alto teor (BRS Silvânia e BRS Valiosa).

Tabela 19 Percentagem média de emergência de plântulas de quatro cultivares de soja, após seis meses de armazenamento

Cultivar	Emergência (%)
BRS Silvânia	90 b
BRS Valiosa	91 b
BRS 245	97 a
BRS 247	99 a

As médias seguidas pela mesma letra não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Pelos resultados do teste de condutividade elétrica (Tabela 20), observa-se que as cultivares BRS Valiosa e BRS 247 apresentaram os menores valores de condutividade, indicando assim maior vigor. Já as cultivares BRS Silvânia e BRS 245 obtiveram os maiores valores, sendo que a BRS Silvânia apresentou o menor vigor.

Tabela 20 Resultados da condutividade elétrica de sementes de quatro cultivares de soja, após seis meses armazenamento

Cultivar	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
BRS Silvânia	75,51 c
BRS Valiosa	56,45 a
BRS 245	61,71 b
BRS 247	57,69 a

As médias seguidas pela mesma letra não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Quando foi realizada a dessecação, independente do herbicida aplicado observa-se que os valores da condutividade elétrica foram superiores ao da testemunha (tabela 21), demonstrando que a dessecação reduz o vigor das sementes de soja após 180 dias de armazenamento.

Tabela 21 Resultados da condutividade elétrica de sementes de soja oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas, após seis meses de armazenamento

Herbicida	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
Testestemunha	60,69 a
Finale®	63,58 b
Gramoxone®	63,35 b
Reglone®	63,73 b

As médias seguidas pela mesma letra não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

No entanto, vale ressaltar que mesmo após 180 dias de armazenamento, os valores da condutividade elétrica observados nesse ensaio foram inferiores ao

padrão referido por Vieira e Krzyzanowski (1999) para sementes de soja de média à alta qualidade, que é de 70-80 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, evidenciando a alta qualidade fisiológica inicial das sementes.

Pelos resultados do índice de velocidade de emergência (Tabela 22), assim como aqueles encontrados para a germinação e emergência, observar-se que as cultivares de baixo teor apresentaram índices superiores as de alto teor, fortalecendo a hipótese de uma relação inversa entre teor de lignina e qualidade fisiológica das sementes. A cultivar BRS 247 apresentou índice superior a BRS 245, a qual foi superior a BRS Silvânia e BRS Valiosa.

Essa característica pode estar diretamente relacionada com a permeabilidade do tegumento, que afeta a absorção de água e conseqüentemente retarda a germinação e a emergência das sementes. O tegumento é o principal modulador das interações entre as estruturas internas das sementes e o ambiente externo, e de acordo com Tavares et al. (1986) tegumentos com alto teor de lignina podem influenciar na embebição.

A lignificação do tegumento é uma característica relevante, pois confere resistência mecânica ao tecido e protege a parede celulósica do ataque de microrganismos. A característica de maior ou menor embebição pelo tegumento pode ser explicada pela composição do mesmo, conforme as diferenças na concentração de lignina (SANTOS; MENEZES; VILELA, 2007).

Tabela 22 Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de quatro cultivares de soja, após seis meses de armazenamento

Cultivar	IVE
BRS Silvânia	9,90 c
BRS Valiosa	9,51 c
BRS 245	11,52 b
BRS 247	12,12 a

As médias seguidas pela mesma letra não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

No teste de tetrazólio (Tabela 23), observar-se que para todos os herbicidas utilizados as sementes das cultivares BRS Silvânia e BRS Valiosa apresentaram resultados de vigor menores que as cultivares BRS 245 e BRS 247, sendo que quando não se aplicou dessecante (Testemunha) não foram observadas diferenças significativas entre as cultivares. Já quando se compara o efeito dos herbicidas em cada cultivar, observa-se que para as cultivares BRS Silvânia e BRS Valiosa os valores médios de vigor foram menores que a testemunha. No entanto, para as cultivares BRS 245 e BRS 247, não foram observadas diferenças significativas entre as médias de vigor.

Tabela 23 Percentagem média de vigor de sementes de quatro cultivares de soja, oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas, submetidas ao teste de tetrazólio, após seis meses de armazenamento

Cultivar	Herbicida			
	Testemunha	Finale®	Gramoxone®	Reglone®
BRS Silvânia	99 Aa	97 Bb	94 Cc	96 Bb
BRS Valiosa	99 Aa	96 Cb	98 Bb	94 Dc
BRS 245	98 Aa	100 Aa	99 Aa	99 Aa
BRS 247	99 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

De acordo com a tabela 24, observa-se que para as três épocas de aplicação dos dessecantes, as sementes das cultivares BRS Silvânia e BRS Valiosa, consideradas de alto teor de lignina, apresentaram vigor inferior as cultivares de baixo teor (BRS 245 e BRS 247). Para a BRS Silvânia observa-se que as sementes oriundas das plantas que foram dessecada na 1ª e 2ª época, apresentaram resultados superiores aquelas da 3ª época. Já as sementes das demais cultivares não apresentaram diferenças significativas para as diferentes épocas de aplicação.

Tabela 24 Percentagem média de vigor de sementes de quatro cultivares de soja oriundas de plantas dessecadas em diferentes épocas, submetidas ao teste de tetrazólio, após seis meses de armazenamento

Cultivar	Época		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
BRS Silvânia	97 Ab	97 Ab	95 Bc
BRS Valiosa	96 Ab	96 Ab	97 Ab
BRS 245	99 Aa	99 Aa	99 Aa
BRS 247	100 Aa	99 Aa	99 Aa

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas colunas e letras maiúsculas nas linhas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Pelo teste de envelhecimento artificial (Tabela 25) observa-se que sementes das cultivares BRS Valiosa e BRS 245 apresentaram percentagem média de germinação de plântulas submetidas ao envelhecimento artificial maiores que as cultivares BRS Silvânia e BRS 247.

Tabela 25 Percentagem média de germinação de sementes de quatro cultivares de soja submetidas ao teste de envelhecimento acelerado após seis meses de armazenamento

Cultivar	Germinação (%)
BRS Silvânia	68 b
BRS Valiosa	77 a
BRS 245	83 a
BRS 247	63 b

As médias seguidas pela mesma letra não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

No teste de sanidade realizado nas sementes de soja após o armazenamento por 180 dias (Tabelas 26), observou-se uma maior incidência de *Penicillium spp*, *Fusarium spp* e *Aspergillus spp*.

Vale ressaltar que, ao contrario do ensaio I, não foi observado a incidência de *Phomopsis sojae*. Segundo Goulart (2005), esse patógeno perde sua viabilidade rapidamente durante o armazenamento das sementes em condições ambiente.

Tabela 26 Incidência *Penicillium spp*, *Fusarium spp* e *Aspergillus spp* em sementes de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas, após seis meses de armazenamento

Cultivar	Herbicida			
	Testemunha	Finale®	Gramoxone®	Reglone®
<i>Penicillium spp</i>				
BRS Silvânia	1	9	6	9
BRS Valiosa	6	13	8	5
BRS 245	3	3	7	6
BRS 247	4	4	5	5
<i>Fusarium spp</i>				
BRS Silvânia	3	5	2	7
BRS Valiosa	3	6	4	5
BRS 245	5	4	3	3
BRS 247	5	1	3	2
<i>Aspergillus spp</i>				
BRS Silvânia	4	11	9	13
BRS Valiosa	3	19	7	8
BRS 245	4	4	2	2
BRS 247	5	7	7	3

Observa-se uma maior incidência de *Aspergillus spp* nas cultivares BRS Silvânia e BRS Valiosa, principalmente quando essas são submetidas à dessecação. Para as sementes das cultivares BRS 245 e BRS 247, independente do herbicida aplicado, observa-se uma baixa incidência do patógeno.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na atual conjuntura em que se encontra a agropecuária brasileira, a competitividade e a busca constante pelo aumento de produtividade são elementos preponderantes. Nesse contexto, o uso de sementes de qualidade é um dos fatores que mais contribuí para o sucesso no setor agropecuário. No entanto, a obtenção de sementes com qualidade, passa pelo processo de escolha de materiais com características que viabilizem a qualidade, assim como técnicas que possam auxiliar ao longo de todo o processo de produção de sementes.

Há muitos anos, com a intensificação dos processos produtivos, a dessecação vem sendo utilizada em várias culturas com o objetivo de antecipar a colheita, evitando assim que as sementes permaneçam no campo em condições inadequadas de alta umidade e temperatura, favorecendo a redução da qualidade. Diversos resultados positivos têm sido obtidos em relação à eficácia de dessecantes quanto à preservação da qualidade de sementes de soja, porém a escolha do herbicida deve ser criteriosa uma vez que alguns desses podem afetar a qualidade das sementes inviabilizando sua utilização para sementes.

Conforme foi observado no presente estudo, bem como em diversos outros, o Glufosinato de amônio afeta de maneira negativa a qualidade das sementes. No entanto, foi também observado que embora o Glufosinato de amônio tenha efeitos mais significativos, o uso de dessecantes deve ser avaliado quando da sua utilização para a produção de sementes, devendo se ter grande atenção para o modo de ação, a época de aplicação e as condições climáticas antes, durante e depois da aplicação. Nesta pesquisa ficou evidenciado que a partir de 50% de teor de água nas sementes a dessecação pode ser realizada sem grandes prejuízos para a qualidade das sementes, visto que nas condições onde foram realizadas esta pesquisa os resultados obtidos nos testes de germinação e

vigor mostram que as sementes estavam com alta qualidade, independente da cultivar.

Esse fato também foi evidenciado com os resultados obtidos após 180 dias de armazenamento, demonstrando a alta qualidade fisiológica das sementes, explicado pelas condições favoráveis durante o processo de produção das sementes, boa adaptação das cultivares, assim como as boas condições de armazenamento proporcionadas pela região onde o experimento foi executado.

Além de prática como a de dessecação, usada para a obtenção de sementes com alta qualidade, o melhoramento genético é uma ferramenta de grande importância para esse fim. Os programas de melhoramento possuem linhas de pesquisas voltadas para a seleção de materiais com maior qualidade de sementes, e recentemente alguns melhoristas têm buscado selecionar materiais com relação ao teor de lignina no tegumento das sementes.

Diversas pesquisas têm mostrado existir uma relação direta entre o teor de lignina no tegumento e a resistência ao dano mecânico. E pesquisadores acreditam que esse também tenha relação com a qualidade fisiológica e sanitária, uma vez que o tegumento está diretamente relacionado com as trocas entre o meio externo e interno da semente.

Atualmente os programas de melhoramento genético de soja visam à seleção de genótipos com elevados teores de lignina ($> 0,4g\%$), por apresentarem boa resistência ao impacto mecânico e conseqüentemente melhor qualidade de sementes. No entanto, pelos resultados da presente pesquisa, assim como de diversas outras realizadas anteriormente, ficou evidente que realmente existe uma relação entre o teor de lignina e a qualidade fisiológica de sementes de soja, porém, essa relação é inversa, ou seja, quanto maior o teor de lignina no tegumento mais baixa é a qualidade fisiológica.

Vale ainda ressaltar que o uso do teor de lignina para a seleção de genótipo visando qualidade de sementes é muito subjetivo, uma vez que o teor

de lignina é afetado pelos fatores que envolvem o processo produtivo, como: condições edafoclimáticas, práticas de manejo, fatores genéticos, entre outros; e isso pode inviabilizar avaliações subsequentes para confirmação conforme pode ser observado no presente estudo.

Para a escolha dos genótipos a serem usados nesta pesquisa, levou-se em consideração a discrepância de teores de lignina no tegumento entre os genótipos de acordo com pesquisas anteriores e informações dos detentores dos mesmos. No entanto, após a realização da pesquisa pode-se observar que as variações entre os genótipos, quanto ao teor de lignina no tegumento das sementes, foram reduzidas significativamente. E isso provavelmente esteja relacionado com as práticas de manejo, como a dessecação, e as condições edafoclimáticas do local onde foi implantado o experimento, o que mostra a instabilidade dessa característica e a dificuldade de se considerar este um fator preponderante para a seleção de genótipos promissores para a produção de sementes de melhor qualidade.

Contudo, é necessário que novos estudos sejam realizados, voltados para as relações genéticas, enzimáticas e dos processos de lignificação, com o objetivo de elucidar os principais fatores relacionados ao teor de lignina no tegumento das sementes de soja que podem influenciar diretamente a qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

6 CONCLUSÕES

- a) Há relação entre teor de lignina no tegumento e a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja;
- b) Cultivares com menor teor de lignina (BRS 245 e BRS 247) apresentam melhores desempenhos, mesmo após o armazenamento;
- c) A cultivar BRS Silvânia RR possui qualidade fisiológica e sanitária inferior às demais;
- d) O Finale® afeta negativamente a qualidade de sementes de soja.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, P. J. C. et al. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zurique, v. 25, n. 2, p. 209-214, Apr. 1997.

AUNG, U. T.; MCDONALD, M. B. Changes in esterase activity associated with peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed deterioration. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 23, n. 1, p. 101-111, 1995.

BACKMAN, P. A.; HAMMOND, J. M. Germination losses associated with delayed application of seed treatment fungicides after peanut shelling. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 60, n. 1, p. 1-3, 1976.

BAGATELI, J. R. et al. Efeito de dessecantes na qualidade fisiológica de sementes de soja In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2012, Cuiabá. **Anais. ..** Brasília: Embrapa, 2012. 1CD ROM.

BALDONI, A. **Análises fisiológicas, ultraestruturais e expressão gênica de lignina em sementes de soja**. 2010. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

BARBER, M. S.; RIDE, J. P. A quantitative assay for induce lignifications in wounded wheat leaves and its use to survey potential elicitor for the response. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 32, n. 2, p. 185-197, Mar. 1988.

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. M. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003, p. 369-418.

BAYER. Avanço no controle de doenças fúngicas de sementes. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 1, p. 20, 1996.

BENAVIDES, M. P. et al. Relationship between polyamines and paraquat toxicity in sunflower leaf discs. **Plant Growth Regulation**, Berlin, v. 31, n. 3, p. 215-224, 2000.

BEN, R.; INOUE, M. H.; CAVALCANTE, N. R. Avaliação da sanidade em semente de soja com hábito de crescimento indeterminado para decisão do estágio de dessecação In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2011, Cáceres. **Anais...** Cáceres: PRPPG, 2011. v. 7.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. Progress in the understanding and manipulation of desiccation sensitive (recalcitrant) seed. In: ELLIS, R. H. et al. (Ed). **Basic and applied aspects of seed biology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1997. p. 689-703.

BRACCINI, A. L. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 16, n. 2, p. 195-200, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BULOW, R. L.; SILVA, C. T. A. C. Dessecantes aplicados na pré-colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 1, n. 1, p. 67-75, 2012.

CAPELETT, I. et al. A new procedure for quantification of lignin in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed coat and their relationship with the resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 33, n. 2, p. 511-515, July 2005.

CARBONELL, S. A. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. The pendulum test for screening soybean genotypes for seeds resistant to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zurique, v. 4, n. 23, p. 331-339, Nov./Dec. 1995.

CARBONELL, S. A. M. **Metodologia para seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico**. Londrina. 1991. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1991.

CARNEIRO, C. E. A. et al. Produção de prolina e suscetibilidade ao glufosinato de amônio em plantas transgênicas de citrumelo Swingle. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 747-753, May 2006.

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

COOLBEAR, P. Mechanisms of seed deterioration. In: BASRA, A. S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products, 1994. p. 223-277.

COSTA, A. V. **Avaliação da qualidade fisiológica da semente de soja (Glycine max L. Merrill) com tegumento impermeável, produzida em três localidades do Brasil Central**. 1984. 146 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1984.

COSTA, N. P. et al. Diagnóstico da qualidade de sementes de soja produzidas no Estado do Mato Grosso, MT. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 565-582, 1995.

COSTA, N. P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.

CROCKER, W. **Growth of plants**. New York: Reinohold, 1948.

DALTRO, E. M. F. et al. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p.111-122, 2010.

DANTAS, I. B. **Influência do teor da lignina na qualidade e armazenabilidade de sementes de soja inoculadas com *Aspergillus flavus* e *Penicillium sp.*** 2012. 110 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurique, v. 1, n. 2, p. 427-452, May 1973.

DIAS, D. C.; CHAMMA, H. M. **Conservação de sementes recalcitrantes**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. (Trabalho apresentado na Disciplina Tópicos especiais em Sementes).

DUKE, S. H.; KAKEFUDA, G. Role of the testa in preventing cellular rupture during imbibition of the legume seeds. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 67, n. 2, p. 449-456, Feb. 1981.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 715-721, maio/jun. 2004.

EGG MENDONÇA, C. V. C. **Caracterização química e enzimática de famílias de feijões obtidas do cruzamento das linhagens Amarelinho e CI – 107**. 2001. 48 p. Dissertação (Mestrado em Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

EKMEKCI, Y.; TERZIOGLU, S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 83, n. 2, p. 69-81, 2005.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina, 2011. 261p. (Sistema de Produção, 15).

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: E. Blucher, 1976. 293 p.

ESAU, K. **Anatomy of seeds plants**. New York: J. Wiley, 1977.

EVANGELISTA, J. R. E. **Dessecantes na produção e qualidade de sementes de soja** / [Glycine max (L) Merrill]. 2009. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M.; PROCÓPIO, S. O. **Sintomas de fitotoxidez de herbicidas no algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007.17p. (Circular Técnica, 109).

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programa e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. 235 p.

FRANÇA NETO, J. B. et al. Determinação do conteúdo de lignina nos tegumentos de sementes de soja com tegumento preto e amarelo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 21., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa soja, 1999. 247 p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72 p. (Documentos, 116).

GIGLIOLI, J. L.; FRANÇA NETO, J. B. Efeito da escarificação mecânica e do retardamento de colheita sobre a emergência de sementes de soja com tegumento impermeável. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1982, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. v. 1. p. 601-609. (Documentos, 1).

GLORIA, B. A.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006.

GOMES, J. L. L. Efeito da aplicação de gramoxone e do reglone sobre a incidência de patógenos nas sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 15., 1982, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1982. 1 CD ROM.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja**: detecção, importância e controle. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 72 p.

GRIS, C. F. **Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e RR associada ao conteúdo de lignina**. 2009. 134 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

HALMER, P.; BEWLEY, D. A physiological perspective on seed vigour testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 12, n. 2, p. 561-575, 1984.

HARMON, G. G.; PFLEGER, F. L. Pathogenicity and infection sites of *Aspergillus* species in stored seeds. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 64, n. 10, p. 1339-1344, 1974.

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOSLOWSKI, T. T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic, 1972. p. 145-245.

HARTWIG, E. E.; POTTS, H. C. Development and evaluation of impermeable seed coats for preserving soybean seed quality. **Crop Science**, Madison, v. 27, n. 3, p. 506-508, 1987.

HESS, F. D. Light-dependent herbicides: an overview. **Weed Science**, Champaign, v. 48, p. 160-170, 2000.

HORLINGS, G. P.; GAMBLE, E. E.; SHAMMUG, S. S. The influence of seed size and seed coat characteristics on seed quality of soybean in the tropics. **Field Weathering Seed Science and Technology**, [S. l.], v. 19, p. 665-685, 1991.

IBRAHIM, A. E.; ROBERTS, E. H. Viability of lettuce seeds. I. Survival in hermetic storage. **Journal of Experimental Botany**, Cambridge, v. 34, n. 142, p. 620-630, May 1983.

INOUE, M. H. et al. Rendimento de grãos e qualidade de sementes de soja após a aplicação de herbicidas dessecantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, jul./ago. 2003.

ITO, M. F. et al. Comparação de métodos para detecção de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. em sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 18, n. 3, p. 262-268, 1992.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-6, 2009.

KING, M. W.; ROBERTS, E. H. **The storage of recalcitrant seed: achievements and possible approaches**. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1979. 96 p.

KRYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. O teste de vigor. **Informativo Abrates**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 20-27, 1991.

LABOURIAU, L. G. **Germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174 p.

LACERDA, A. L. S. et al. Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 447-457, 2005.

LACERDA, A. L. S.; LAZARINI, E.; SÃ, M. E. Aplicação de dessecantes na cultura de soja: antecipação da colheita e produção de sementes. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 3, p. 381-390, 2001.

LACERDA, A. L. S.; LAZARINI, E.; SÃ, M. E. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 97-105, 2003.

LEBEDEFF, G. A. Studies on the inheritance of hard seed in beans. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 74, n. 7/8, p. 205-215, Apr. 1947.

- LEWIS, N. G.; YAMAMOTO, E. Lignin: occurrence, biogenesis and biodegradation. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 41, p. 455-496, June 1990.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCANDALLI, L. H.; LAZARINI, E.; MALASPINA, I. C. Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja: qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 241-250, 2011.
- MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARAES, T. G. **Herbicidas: mecanismos de ação e uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 36 p. (Documentos, 227).
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- MARIOTTO, P. R. et al. Efeito do tratamento de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) com fungicidas. **O Biológico**, Campinas, v. 48, n. 3, p. 56-60, 1982.
- MCDUGALL, G. J. et al. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 70, n. 2, p. 133-150, Feb. 1996.
- MENEZES, M. et al. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1716-1723, dez. 2009.
- MIGUEL, M. H. **Herbicidas dessecantes: momento de aplicação, eficiência e influência no rendimento e na qualidade de sementes de feijão**. 2003. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- MILLER, S. S. et al. Early development of the seed coat of soybean. **Annals of Botany**, London, v. 84, n. 3, p. 297-304, Sept. 1999.
- OMETO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525 p.

PAIVA, L. E. et al. Efeitos de *Aspergillus flavus* sobre sementes de soja envelhecidas por diferentes períodos. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 102, 1995.

PANOBIANCO, M. et al. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science Technology**, Zurich, v. 27, n. 3, p. 945-949, 1999.

PANOBIANCO, M. **Variação na condutividade elétrica de sementes de diferentes genótipos de soja e relação com o conteúdo de lignina no tegumento**. 1997. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

PELÚZIO, J. M. et al. Influência da dessecação química e retardamento de colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja no Sul do Estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 77-82, Apr./June 2008.

PESKE, S. T.; PEREIRA, L. A. G. Tegumento da semente de soja. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v. 6, p. 23-34, 1983.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985.

POTTS, H. C. et al. Some influences of hard seedness on soybean seed quality. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 2, p. 221-224, 1978.

RATANAYAKE, S.; SHAW, D. R. Effects of harvest-aid herbicides on soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) seed yield and quality. **Weed Technology**, Washington, v. 6, p. 339-344, 1992.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VICENTE, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.

ROSSETTO, C. A. V. et al. Efeito da calagem, da colheita e da secagem na qualidade sanitária de amendoim na seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 567-573, 2003.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SANTOS, E. L. et al. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 20-26, 2007.

SILVA, P. A. **Estudo da qualidade fisiológica, bioquímica e ultra-estrutural, durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja**. 2006. 55 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

TAVARES, D. Q. et al. Características estruturais do tegumento de sementes permeáveis e impermeáveis de linhagens de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 147-153, jan./mar. 1987.

TAVARES, D. Q. et al. Compostos fenólicos no tegumento de sementes de linhagens de soja permeável e impermeável. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 167-171, 1986.

TEKRONY, D. M. et al. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis* sp. Seed infection. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 1, p. 437-440, Aug. 1982.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224 p.

VARGAS, L. et al. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa, MG: Jard, 1999.

VEIGA, A. D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 953-960, jul./ago. 2010.

VEIGA, A. D. et al. Tolerância de sementes de soja à dessecação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 773-780, maio/jun. 2007.

VIEIRA, M. G. G. C. **Técnicas moleculares em sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 86 p.

VIEIRA, R. D. et al. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 220-224, 1996.

VIEIRA, R. D. et al. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade de sementes de soja cv. "UFV-2". **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 9-22, 1983.

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

WHIGHAN, D. K.; STOLLER, E. W. Soybean desiccation paraquat glyphosate and ametryn to accelerate harvest. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, n. 3, p. 630-633, 1978.

ANEXOS

ANEXO A - TABELAS

Tabela 1 Resumo do quadro de análise de variância para teor de lignina (LIG) e produtividade (PROD) de cultivares de soja submetidas à dessecação com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação

FV	GL	QM	
		LIG	PROD
Cultivar (C)	3	0,115762*	3570980,53*
Época (E)	2	0,005795*	333172,3061*
Produto (P)	3	0,007088*	2142475,47*
C x E	6	0,001407*	387165,90*
C x P	9	0,004626*	631127,78*
E x P	6	0,002086*	211095,56*
C x E x P	18	0,004339*	408041,19*
Bloco	2	0,000065 ^{ns}	49568,71 ^{ns}
CV (%)		7,89	6,76

*significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade

Tabela 2 Resumo do quadro de análise de variância para germinação (G), envelhecimento artificial (EA) e tetrazólio (TZ) de sementes de cultivares de soja com diferentes teores de lignina oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação

FV	GL	QM		
		G	EA	TZ
Cultivar (C)	3	38,9722*	1524,8032*	35,6389*
Época (E)	2	5,5278*	101,9653*	3,4653ns
Produto (P)	3	3,7500*	92,2477*	12,8241*
C x E	6	7,3333*	30,8449*	2,3819ns
C x P	9	17,0895*	66,2415*	7,6944*
E x P	6	19,5278*	35,6505*	5,4282*
C x E x P	18	3,1728*	17,2461*	1,4190ns
Bloco	2	2,6944ns	1,7153ns	2,5278ns
CV (%)		1,00	1,44	1,09

*significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade

Tabela 3 Resumo do quadro de análise de variância para emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de cultivares de soja com diferentes teores de lignina oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação

FV	GL	QM		
		E	IVE	CE
Cultivar (C)	3	21,0625*	26,7427*	669,5598*
Época (E)	2	12,0069*	0,5232ns	28,9103ns
Produto (P)	3	20,6921*	1,2951ns	32,6181*
C x E	6	8,9792*	0,5373ns	9,9252ns
C x P	9	7,2415*	1,4624*	36,3562*
E x P	6	10,8588*	1,0992ns	11,3430ns
C x E x P	18	5,7323*	0,3555ns	14,1690ns
Bloco	2	0,319ns	1,1433ns	12,7322ns
CV (%)		1,61	5,53	4,97

*significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade

Tabela 4 Resumo do quadro de análise de variância para germinação (G), envelhecimento artificial (EA) e tetrazólio (TZ) de sementes de cultivares de soja com diferentes teores de lignina oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, após armazenamento

FV	GL	QM		
		G	EA	TZ
Cultivar (C)	3	1345,7477*	2907,6181*	102,5278*
Época (E)	2	96,5833*	325,8403ns	0,7708ns
Produto (P)	3	150,5625*	105,8773ns	17,8796*
C x E	6	67,5463*	21,4792ns	8,1042*
C x P	9	41,7230*	195,7539ns	20,8735*
E x P	6	49,1944*	245,5440ns	4,0116ns
C x E x P	18	40,1698*	94,1335ns	3,5424ns
Bloco	2	3,1458ns	162,1736ns	19,0833*
CV (%)		4,64	17,58	1,63

*significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade

Tabela 5 Resumo do quadro de análise de variância para emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de cultivares de soja com diferentes teores de lignina oriundas de plantas dessecadas com diferentes herbicidas em diferentes épocas de aplicação, após armazenamento

FV	GL	QM		
		E	IVE	CE
Cultivar (C)	3	645,0463*	56,5614*	2749,5327*
Época (E)	2	21,5208ns	1,6970ns	31,5498ns
Produto (P)	3	4,2685ns	1,3965ns	75,1251*
C x E	6	4,5949ns	1,1134ns	15,0480ns
C x P	9	12,5463ns	0,7032ns	25,3261ns
E x P	6	18,2338ns	1,2646ns	17,5332ns
C x E x P	18	10,2708ns	0,8043ns	17,0585ns
Bloco	2	0,3958ns	0,1999ns	33,7071ns
CV (%)		4,84	9,35	7,23

*significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade