

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE SOJA CONVENCIONAL E RR
ASSOCIADA AO CONTEÚDO DE LIGNINA**

CRISTIANE FORTES GRIS

2009

CRISTIANE FORTES GRIS

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA
CONVENCIONAL E RR ASSOCIADA AO CONTEÚDO DE LIGNINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia, área de concentração em
Produção e Tecnologia de Sementes, para obtenção
do título de “Doutor”.

Orientadora
Profª. Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

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

Gris, Cristiane Fortes.

Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e RR associada ao conteúdo de lignina / Cristiane Fortes Gris. – Lavras : UFLA, 2009.

134 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Édila Vilela de Resende Von Pinho.

Bibliografia.

1. Soja. 2. Semente. 3. Lignina. 4. Qualidade fisiológica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.521
633.3421

CRISTIANE FORTES GRIS

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA
CONVENCIONAL E RR ASSOCIADA AO CONTEÚDO DE LIGNINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia, área de concentração em
Produção e Tecnologia de Sementes, para obtenção
do título de “Doutor”.

APROVADA em 17 de agosto de 2009

Prof. Dr. Francisco Carlos Krzyzanowski	EMBRAPA.
Prof. Dr. João Almir Oliveira	UFLA.
Prof. ^a Dr. ^a Luciane Vilela Resende	UFRPE.
Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA.

Prof.^a Dr.^a Édila Vilela de Resende Von Pinho
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

*“Somente o trabalhador sabe do mistério de uma semente
germinando na terra.
Ele, na flor, já enxerga o fruto e no fruto prevê a semente.
E sabe que um colmo de milho, uma braçada de folhas
e palha na terra é vida que se renova!
Haverá sempre esperança de paz na terra enquanto houver um
semeador semeando”*

Cora Coralina

*Aos meus pais, SERVINO GRIS e LEOCY FORTES GRIS (in
memoriam), que muito me incentivaram e sonharam comigo a
obtenção deste título,*

*Aos meus queridos irmãos, ELIANA, MAURÍCIO e DANIEL, pelo
apoio e exemplos de perseverança,*

DEDICO

*A minha querida mãezinha, Leocy Fortes Gris (in memoriam), a
qual, pelo exemplo me proporcionou todos os valores e a força de
que preciso para escrever minha história nesta vida... Saudades
eternas!*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades e por despertar em mim a vocação para uma profissão tão gratificante.

Aos meus pais e irmãos, pelo incentivo, exemplo e apoio, este sonho compartilho com vocês, acima de tudo.

A amiga e orientadora Prof.^a Édila Vilela de Resende Von Pinho, pelo exemplo de profissionalismo, pelas orientações valiosas e por me proporcionar esse aprendizado.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Agricultura e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela oportunidade e apoio financeiro.

Ao amigo e colega de trabalho, Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel, pela amizade, pelos valiosos conselhos e por sempre acreditar em mim, antes mesmo que eu o fizesse.

Aos professores do Setor de Sementes, em especial João Almir Oliveira e Maria Laene Moreira de Carvalho, pelas orientações não só profissionais, mas pessoais, que tanto me ajudaram a crescer durante essa trajetória.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura da UFLA, João Pila, Manguinha, Agnaldo, Alessandro e Júlio, pela ajuda na execução dos trabalhos de campo e às laboratoristas do setor de sementes Dona Elza, Elenir e Dalva, pela ajuda e paciência nos dias difíceis.

Aos amigos do Laboratório de Análise de Sementes, em especial Adriano, Heloísa, Marcela, Priscila, pela ajuda na condução dos ensaios.

A todos os estagiários do LAS, que ao longo destes 3 anos me ajudaram incansavelmente na condução dos ensaios, em especial André, Thais, Rafael, Pedro, Débora, Andrezinho, Kênia, Bruno e Ricardo.

Ao meu grande amigo Stephan (Pefa), por sempre acreditar em mim, me apoiar em tudo que sempre fiz e por me incentivar, mesmo que às vezes a distância, ao longo destes 10 anos. Agradeço a você sua valiosa amizade, dedicação e ajuda durante o primeiro ano deste trabalho.

Em especial à amiga e irmã de coração Alexana, pelas conversas, risadas, amizade e as muitas horas de ajuda no LAS; e à amiga de sempre Juliana, por todos os 10 anos de UFLA, nos quais compartilhamos horas difíceis, muitas alegrias, crescimento, amizade e companheirismo.

Ao José Renato, pela grande ajuda na condução dos ensaios, pela dedicação e parceria durante este tempo, meus agradecimentos e minha gratidão.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo aporte financeiro para o desenvolvimento da pesquisa, e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Soja e EMBRAPA Cerrados, pelo fornecimento dos materiais genéticos utilizados.

Enfim, a todos aqueles que acreditaram em mim e que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o muito que tenho aprendido nesta Instituição.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1	1
1 Introdução Geral	1
2 Referencial Teórico	3
2.1 A cultura da soja no Brasil	3
2.2 Qualidade fisiológica de sementes de soja	6
2.3 O processo de lignificação e a soja RR	10
3 Referências Bibliográficas.....	16
CAPÍTULO 2: Aspectos agrônômicos da planta e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja RR e convencional, produzidas em diferentes épocas	23
Resumo	24
Abstract.....	25
1 Introdução.....	26
2 Material e Métodos.....	28
3 Resultados e Discussão.....	32
4 Conclusões.....	44
5 Referências Bibliográficas.....	45
CAPÍTULO 3: Lignificação da planta e aspectos relacionados à embebição de sementes e legumes de cultivares de soja RR e convencional.....	49
Resumo	50
Abstract.....	51
1 Introdução.....	52
2 Material e Métodos.....	54
3 Resultados e Discussão.....	58

4 Conclusões.....	70
5 Referências Bibliográficas.....	71
CAPÍTULO 4: Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita	75
Resumo	76
Abstract.....	77
1 Introdução.....	78
2 Material e Métodos.....	80
3 Resultados e Discussão.....	83
4 Conclusões.....	91
5 Referências Bibliográficas.....	92
CAPÍTULO 5: Lignificação da planta e qualidade fisiológica de sementes de soja RR e convencional submetidas a pulverização com herbicida glifosato	96
Resumo	97
Abstract.....	98
1 Introdução.....	99
2 Material e Métodos.....	101
3 Resultados e Discussão.....	105
4 Conclusões.....	111
5 Referências Bibliográficas.....	112
ANEXO	115

RESUMO GERAL

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

Nas últimas safras foi observada uma forte e crescente adesão dos agricultores brasileiros à soja transgênica RR. No entanto, têm-se levantado a hipótese de que estas cultivares de soja apresentam respostas diferenciais quanto aos teores de lignina na planta, quando comparados a cultivares convencionais. Tal variação poderia ocorrer não só na parte vegetativa das plantas, mas também em partes reprodutivas tais como legumes e sementes. Em virtude de os estudos nessa área ainda serem escassos, objetivou-se avaliar no presente trabalho: características agronômicas da planta, teor de lignina no legume e no tegumento de sementes e qualidade de sementes RR e convencional, produzidas em duas safras; o incremento de peso de sementes e de legumes intactos de soja, em diferentes períodos de embebição, e sua relação com os teores de lignina na planta, legume e tegumento de sementes, a qualidade fisiológica e o teor de lignina no tegumento das sementes de soja convencional e RR colhidas em três épocas; a qualidade fisiológica de sementes de soja transgênica RR e os teores de lignina de plantas submetidas à pulverização com o herbicida glifosato. Os ensaios de produção de sementes foram conduzidos no município de Lavras, MG, entre os anos agrícolas 2007/08 e 2008/09, em delineamento de blocos casualizados com 4 repetições, em área experimental da Universidade Federal de Lavras. Utilizaram-se 10 cultivares de soja, compreendendo as convencionais Jataí, Celeste, Conquista, BRS 133 e BRS 134, e suas respectivas versões transgênicas RR, Silvânia RR, Baliza RR, Valiosa RR, BRS 245 RR e BRS 247 RR, essencialmente derivadas, provenientes da EMBRAPA Soja e EMBRAPA Cerrados). Para a determinação do percentual de embebição e velocidade de hidratação as sementes e os legumes intactos foram submersos em água por períodos de 1, 3, 6, 9, 12, 24 e 48 horas para legumes e 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 24 e 48 horas para sementes. No ensaio de épocas de colheita, as sementes foram colhidas nos estádios R7, R8 e 20 dias após R8. Para o ensaio de uso do glifosato o mesmo foi pulverizado na dosagem de 3l/ha, nos estádios de desenvolvimento V3, V7 e início de R5. De forma geral, avaliaram-se caracteres agronômicos (altura de planta, altura da inserção do primeiro legume e número de legumes por planta), teor de lignina (tegumento de sementes, caule, legumes e folhas), percentual de embebição e índice de velocidade de hidratação de sementes

* Comitê Orientador: Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho – UFLA (Orientadora),
Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA.

e de legumes intactos, qualidade sanitária e qualidade fisiológica das sementes. Para as diferentes safras conclui-se que o teor de lignina nas sementes da cv transgênica Baliza RR foi superior ao da cv convencional Celeste. Não foram observadas diferenças relevantes quanto aos caracteres agronômicos e qualidade fisiológica de sementes entre os materiais convencionais e seus respectivos RR. Não foi possível estabelecer uma associação entre a taxa de embebição em sementes e legumes e a característica de transgenia nas cultivares de soja avaliadas. Quando avaliadas as sementes submetidas a diferentes épocas de colheita, observou-se diferença de comportamento entre as cultivares quanto à tolerância ao retardamento da colheita e redução significativa na percentagem de germinação e vigor das sementes com o retardamento da colheita. As pulverizações com o herbicida glifosato influenciaram somente os valores de condutividade elétrica das sementes, não tendo o mesmo alterado as demais características fisiológicas e os teores de lignina na planta.

GENERAL ABSTRACT

GRIS, Cristiane Fortes. **Physiological quality of conventional and RR soybean seeds associated with lignin content**. 2009. 134p. Thesis (Doctorate in Crop Science) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG:

In the latest crops, a strong and growing adherence of Brazilian farmers to RR transgenic soybean was found. Nevertheless, the hypothesis has been raised that these soybean cultivars are presenting differential hypotheses concerning the lignin contents in the plant, when compared with conventional cultivars. Such a variation could be occurring not only in the vegetative part of the plants, but also expressing itself in reproductive parts such as legumes and seeds. Owing to studies in that area being still scarce, it was aimed in the present work to evaluate: agronomic characteristics of the plant, lignin content in the coat and quality of RR and conventional seeds produced in two crops; the increase of weight of intact soybean seeds and legumes at different soaking periods and its relation with lignin contents in the plant, legume and coat of seeds, in RR and conventional soybean seeds collected at three times; the physiological quality of RR transgenic soybean seeds and lignin contents of plants submitted to spraying with herbicide glyphosate. The seed production assays were conducted in the town of Lavras, MG, between the agricultural years 2007/08 and 2008/09, in a randomized block design with four replicates in experimental area of the Federal University of Lavras. Ten soybean cultivars were utilized, comprising the conventional cultivars Jataí, Celeste, Conquista, BRS 133 and BRS 134 and their respective RR transgenic versions, Silvânia RR, Baliza RR, Valiosa RR, BRS 245 RR and BRS 247 RR, essentially derived (coming from EMBRAPA Soja and EMBRAPA Cerrados). For the determination of the soaking percent and hydration speed, both the intact seeds and legumes were submersed into water for periods of 1, 3, 6, 9, 12, 24 and 48 hours for legumes and 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 24 and 48 hours for seeds. In the assay of harvest times, the seeds were collected at R7, R8 stages and 20 days after R8. For the assay of use of glyphosate, it was sprayed at the dosage of 3l/ha, at the developmental stages V3, V7 and early R5. In general, agronomical traits (plant height, height of insertion of the first legume and number of legumes per plant), lignin content (seed coats, stem, legumes and leaves), soaking percent and hydration velocity index of intact seeds and legumes, sanitary quality and physiological quality of the seeds were evaluated. For the different crops, it follows that lignin content in the seeds of the transgenic cultivar Baliza RR was higher than

Guidance Committee: Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho – UFLA (Adviser),
Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA.

that of the conventional cultivar Celeste. No important differences as regards the agronomic traits and physiological quality of seeds among the conventional materials and their respective RR were found. Establishing an association between the soaking rate in seeds and legumes and the transgenesis characteristic in the evaluated soybean cultivars was not possible. When evaluated, the seeds submitted to different collection times, behavioral difference among the cultivars as for tolerance to collection delay and significant reduction in germination percentage and vigor of the evaluated seeds with delay of the crop, was found. The sprayings with the herbicide glyphosate altered only the values of electric conductivity of the seeds, its not having altered the other physiological tests and lignin contents in the plant.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O mercado de sementes de soja, internacional e nacional, é muito expressivo representando, no Brasil, 55% do total do volume de produção de sementes (Miyamoto, 2008). A comercialização da soja transgênica, resistente ao herbicida Roundup Ready (RR), revolucionou o mercado de soja mundial. Segundo dados da International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications-ISAAA (2008) a área plantada com soja transgênica no mundo em 2008 foi de 65,8 milhões de ha, sendo desta, 14,2 milhões cultivadas no Brasil. Na safra 2008/09 em cerca de 63,9% da área plantada com soja utilizou-se cultivares transgênicas RR (Conselho de Informações sobre Biotecnologia-CIB, 2009), indicando a forte adesão dos agricultores brasileiros a essa tecnologia.

Considerando-se a área plantada com soja na safra 2008/09, cerca de 21,73 milhões de hectares (Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB, 2009), pode-se estimar uma demanda de aproximadamente 1,434 milhão de toneladas de sementes de soja RR. Em 2009 cerca de 26% do total de cultivares registradas no Ministério da Agricultura são transgênicas, número este que teve uma expansão de 98% nos últimos dois anos, resultado do aumento no número de programas de melhoramento para obtenção de materiais RR.

Recentemente, grandes especulações tem sido levantadas em relação às respostas diferenciais quanto aos teores de lignina na planta de soja em cultivares transgênicas em relação à convencional. No entanto, a pesquisa nessa área é bastante restrita, havendo a necessidade de se estudar o acúmulo e o processo de formação de lignina nessas cultivares, contrastando a versão convencional de cultivares de soja com a respectiva versão RR, essencialmente derivada. Neste sentido, torna-se muito importante esse estudo também em

sementes, uma vez que o acúmulo de lignina pode estar associado à qualidade fisiológica de sementes. Sabe-se que a qualidade fisiológica de sementes de soja é controlada, em grande parte pelo genótipo a exemplo de caracteres da planta, e mais especificamente do legume e da própria semente.

O tegumento é um dos principais condicionantes da germinação, vigor e longevidade de sementes. Características do mesmo podem estar associadas a suscetibilidade a danos mecânicos, longevidade e potencial de deterioração das sementes, que podem ser influenciadas pelo teor de lignina.

O efeito regulador do tegumento sobre a difusão de água tem sido estudado por vários pesquisadores, mas o mecanismo que restringe a absorção de água pela semente de soja ainda não foi completamente determinado. Em alguns trabalhos tem sido demonstrada relação direta entre a resistência ao dano mecânico e os teores de lignina no tegumento de sementes de soja, comprovando a resposta diferencial entre cultivares. Tais aspectos podem também ser levados em consideração para o legume e, por conseguinte associados à qualidade de sementes. Características do legume, como o teor de lignina, importantes na determinação da qualidade final das sementes envoltas, nem sempre tem sua importância devida, no entanto, podem determinar a resistência à passagem de água do ambiente às sementes, e da mesma forma à infecção por patógenos.

Desse modo, objetivou-se nessa pesquisa avaliar a qualidade fisiológica e os teores de lignina em sementes de soja RR e convencional submetidas a diferentes épocas de colheita, pulverização com o herbicida glifosato, produzidas em duas épocas e submetidas a embebição direta em água.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da soja no Brasil

A soja é uma das plantas cultivadas mais antigas do mundo. Sua história e origem se perdem em tempos remotos. A literatura chinesa antiga revela que a soja pode ter sido cultivada extensivamente na China e Manchúria pelo menos a 2.500 anos a.C. (Hymowitz, 1970). Desde as primeiras menções sempre foi considerada uma das principais leguminosas cultivadas no Oriente, sendo suas sementes utilizadas em muitas formas para fins alimentícios, inclusive medicinais (Muller, 1981).

A soja é uma planta autógama e anual, pertencente à família *Fabaceae*, subfamília *Papilionoideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae* (*Glycininae*), gênero *Glycine* L., subgênero *soja* (Moench) F.J. Germ. e à espécie *Glycine max* (L.) Merrill. A partir da China, no século XI a.C., como centro de origem, teria atingido, a partir dali, outros países do Oriente com o transcorrer dos séculos, quando cresceu em importância no comércio dispersando-se para o Sul da China, Coréia, Japão e Sudeste da Ásia (Hymowitz, 1970).

A primeira referência sobre soja no Brasil data de 1882, em cultivo na Bahia, ocasião em que Gustavo Dutra, então professor da Escola de Agronomia da Bahia, realizou os primeiros estudos de avaliação de cultivares introduzidas no país. Em 1900 e 1901, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) promoveu a primeira distribuição de sementes de soja para produtores paulistas e, para essa mesma data, têm-se registros do primeiro plantio de soja no RS, onde a cultura encontrou efetivas condições para se desenvolver e expandir, dadas as semelhanças climáticas do ecossistema de origem dos cultivares genéticos, oriundos dos EUA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, 2003).

O crescimento da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e à disponibilidade de tecnologias ao setor produtivo. Até o final dos anos 60, a pesquisa com a cultura da soja no Brasil era pequena e concentrava-se na região Sul do país, sendo a introdução de linhagens e cultivares dos EUA, seguida de seleção, o principal método de melhoramento adotado (EMBRAPA, 2004).

O rápido desenvolvimento da soja no País, a partir de 1960, fez surgir um novo e agressivo setor produtivo, com alta demanda por tecnologias. Na década seguinte a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio brasileiro, passando de 1,5 milhões de toneladas em 1970 para mais de 15 milhões de toneladas em 1979. Esse crescimento se deu, não apenas ao aumento da área plantada (1,3 para 8,8 milhões de hectares), mas, também, ao expressivo incremento da produtividade (1,14 para 1,73 t ha⁻¹), consequência às novas tecnologias disponibilizadas aos produtores pela pesquisa brasileira, com destaque para as novas cultivares adaptadas à condição de baixa latitude do centro oeste (EMBRAPA, 2004).

Adicionalmente, várias iniciativas para incrementar e fortalecer a pesquisa com soja no País foram implementadas a partir dessa época, como a criação da Embrapa Soja, em 1975, e novos programas de pesquisa privados a partir de 1990, com a Lei de Proteção de Cultivares (EMBRAPA, 2004). Dentro deste contexto, cultivares de soja cada vez mais produtivas e adaptadas as mais diversas regiões foram lançadas, tanto por empresas públicas como privadas.

O lançamento da soja transgênica, tolerante ao herbicida Roundup Ready (RR), produzida pela Monsanto, revolucionou o mercado de soja mundial. No Brasil, a história da soja transgênica começou em 1995. Nesse ano, por meio da Lei de Biossegurança, o cultivo de plantas de soja RR foi autorizado no país em caráter experimental. No entanto, cultivares de soja da Argentina, contrabandeadas, passaram nesta época a serem cultivadas ilegalmente no Sul do

Brasil, tornando-se rapidamente grande parte da área plantada com soja nesta região.

Mediante a safra de soja ilegal, em 1998, a CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) autorizou o cultivo da soja RR. Em 2003, descumprindo o acordo feito no ano anterior, em que a comercialização da safra foi excepcionalmente liberada com o compromisso, por parte dos agricultores, de não cultivá-la novamente em 2003, grande parte dos agricultores optou pelo plantio ilegal de cultivares de soja RR.

Em março de 2003, pressionado por diversos setores, o governo federal, por meio da Medida Provisória 113, autorizou o uso comercial da soja transgênica, cultivada ilegalmente. Após isto, um novo Projeto de Lei sobre Biossegurança foi elaborado, a fim de modificar os padrões e procedimentos para o uso e liberação de cultivares transgênicos no Brasil. Em março de 2005, com o sancionamento da nova Lei de Biossegurança (11.105 de 24/03/2005), regulamentava-se definitivamente o plantio e a comercialização das cultivares transgênicas no Brasil, legalizando assim, as imensuráveis lavouras que já vinham sendo cultivadas com essas cultivares.

Segundo dados do CIB (2009), na safra 2008/09, a área plantada com soja transgênica no Brasil alcançou 63,9% de um total de 21,73 milhões de hectares, o que representou um aumento de 5,3% em relação a safra passada. De acordo com os registros no Ministério da Agricultura, até 31 de março de 2009, cerca de 26% do total de cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) são transgênicas, o correspondente a 170 cultivares em um total de 657, número este que teve uma expansão de 98% de 2007 para 2009.

Estes dados do CIB (2009) nos sugerem uma demanda efetiva de cerca de 937,2 mil toneladas de sementes de soja transgênicas RR para esta última safra. Neste sentido, há a necessidade de que as empresas produtoras de sementes invistam cada vez mais em programas de controle de qualidade,

monitorando todas as etapas do processo de produção e garantindo a obtenção de sementes com alta qualidade em um mercado altamente competitivo.

2.2 Qualidade fisiológica de sementes de soja

A qualidade fisiológica de sementes de soja é em grande parte influenciada pelo genótipo. Nesse sentido, nos últimos anos, nos programas de melhoramento genético há preocupação em desenvolver materiais com características relacionadas à resistência a doenças e pragas, teores de óleo e proteína e, mais recentemente, teor de lignina no tegumento das sementes (Costa, N. et al., 2001).

A constituição genética da semente pode influenciar as características de qualidade fisiológica, logo, diferentes cultivares de uma mesma espécie podem ter características endógenas ao maior ou menor vigor, além de longevidade (Petre & Guerra, 1999). Caracteres da planta, do legume e da própria semente, 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.

A perda de qualidade no campo é frequente, principalmente durante a fase de maturação, o que tem motivado vários pesquisadores a enfatizar a possibilidade do uso da semente de tegumento com determinado grau de impermeabilidade a água (Gilioli & França Neto, 1982; Peske & Pereira, 1983; Hartwig & Potts, 1987). A desidratação e hidratação cíclicas da semente, no campo, são apontadas como uma das principais causas da redução da qualidade fisiológica (Vieira et al., 1983; Costa, 1984; Tekrony et al., 1984).

A exposição alternada das sementes a chuva e a seca, principalmente durante o período pós-maturidade fisiológica e, aquele que antecede à colheita, provocam expansões e retrações do tegumento, ocasionando a desestruturação dos

sistemas de membranas, e conseqüentemente, o aumento da permeabilidade (Domene, 1992), aumentando de forma diferenciada a incidência de doenças de final de ciclo, levando à deterioração de sementes (Delouche, 1975).

Segundo França Neto & Krzyzanowski (2003), alguns testes e metodologias já estão sendo utilizados em programas de melhoramento genético para a avaliação da qualidade das sementes de soja, a exemplo do método modificado do envelhecimento acelerado, método do retardamento de colheita e a determinação do conteúdo de lignina no tegumento. O método modificado do envelhecimento acelerado consiste em submeter as sementes às condições estressantes de altas temperaturas e umidade relativa do ar, sendo a sua qualidade posteriormente avaliada por meio da emergência de plântulas em areia. A determinação do conteúdo de lignina no tegumento, por meio da digestão dos tegumentos em ácido sulfúrico concentrado, consiste na seleção de genótipos que apresentem mais de 5,5% de lignina no tegumento, inferindo com isto maior resistência à danos mecânicos. Já o método do retardamento de colheita, apesar de apresentar algumas limitações e de ser adotado em algumas regiões específicas, pode propiciar a identificação de genótipos com boa qualidade de sementes (França Neto & Krzyzanowski, 2003).

Em vários trabalhos tem sido relatado que cultivares de soja, consideradas portadoras do caráter semente dura, mantiveram qualidade aceitável até 15 dias de retardamento de colheita, indicando que essa característica pode influenciar na manutenção da qualidade fisiológica das sementes (França Neto & Potts, 1979; Hartwig & Potts, 1987; Braccini, 1993). Segundo Boldt (1984) em seus estudos todas as características avaliadas nos legumes e sementes foram prejudicadas pelo retardamento da colheita.

Vieira et al. (1982) observou maior absorção de água pela semente com o retardamento da colheita, o que indica um aumento da permeabilidade das membranas, ocasionado pelo processo de deterioração. Braccini (1993) verificou

tendência em aumentar a absorção de água com o retardamento da colheita, porém observou diferenças neste aspecto entre as cultivares estudadas, tendo os menores valores de absorção de água em sementes com maior impermeabilidade do tegumento.

Alguns autores têm citado testes de imersão de sementes e legumes em água como metodologias para se avaliar qualidade de sementes. Considerado como um mecanismo de tolerância à deterioração de sementes a impermeabilidade do tegumento, caracterizada principalmente por sementes duras, dificulta a penetração de água no tegumento (Custódio et al., 2002).

Peske & Pereira (1983), afirmam que o tegumento da semente de soja tem importante papel no controle da absorção de água e proteção contra microrganismos, além de funcionar como suporte mecânico. McDonald et al. (1988) mostraram que, durante as primeiras oito horas de embebição, o tegumento das sementes de soja regula a passagem da água. Após este período, torna-se totalmente permeável, podendo inclusive servir como reservatório de água para uso do eixo embrionário.

Costa et al. (1984), contrastando duas cultivares de soja quanto à absorção de água em laboratório e em condições de campo, determinaram que a tolerância à deterioração de uma delas seria a provável causa da menor absorção de água. Em contrapartida, alguns autores observaram que a embebição não foi eficiente para diferenciar genótipos com tendência de produzir sementes com qualidade fisiológica superior (Vieira, 1980; Rocha, 1982; Boldt, 1984). Braccini (1993), estudando a embebição de legumes de soja, ressalva que esta característica pode ser usada com melhor sucesso para avaliação da qualidade de sementes.

Tully (1982) também mencionou que a incorporação de impermeabilidade do legume à água seria alternativa mais apropriada que a impermeabilidade da semente para assegurar a qualidade de sementes,

constatando variabilidade para esta característica entre diversos genótipos de soja. Gilioli et al. (1982) concluíram que a seleção de genótipos com menor peso de sementes e maior espessura de parede do legume poderia ser útil para a obtenção de melhor qualidade da semente.

Elia et al. (1996) estudando 16 linhagens de feijão distintas quanto à capacidade de absorção de água pela semente verificaram que as estimativas de herdabilidade para esta característica foram altas (0,77), indicando que o ambiente teve pequeno efeito na expressão desses caracteres, facilitando processos de seleção. Costa, G. et al. (2001) obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,98 para o caráter absorção de água, indicando que esse é de fácil seleção. Sousa (2003) evidenciou a possibilidade de sucesso com a seleção para o caráter absorção de água em sementes de feijão, em função das altas estimativas de herdabilidade e do pequeno erro associado.

Uma boa relação entre permeabilidade dos legumes e qualidade das sementes de soja foi relatada por Pereira et al. (1985), em estudos sobre avaliação de métodos para a identificação de genótipos com alta qualidade de semente. Braccini (1993) observou que o teste de embebição do legume correlacionou-se negativamente com os testes de envelhecimento precoce, emergência em areia e índice de velocidade de emergência (IVE), indicando que com o aumento da permeabilidade dos mesmos diminui-se a qualidade das sementes, podendo essa característica ser usada na avaliação da qualidade fisiológica das mesmas.

No entanto, apesar de todos estes resultados, relacionando tanto o retardamento de colheita quanto a permeabilidade de legumes, com qualidade fisiológica de sementes, não foram identificados nem quantificados nos mesmos, as características bioquímicas do tegumento ou legume que possivelmente possibilitaram a restrição à absorção de água, tais como teor de lignina.

2.3 O processo de lignificação e a soja RR

O termo lignina é utilizado para designar um grupo de substâncias com unidades químicas semelhantes. Segundo Panobianco (1997), a estrutura química da lignina é muito complexa e ainda não muito bem definida. Butler & Bailey (1973), citados por Silva (1981), referem-se à lignina como um polímero, 3-metóxi-fenil-propenol e 3-5-di-metóxi-fenil-propenol, ligados em proporções variadas e em sequência casualizada, originando grande variedade de produtos, o que dificulta a sua exata definição. De acordo com Esau (1976), 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.

Em estudos mais recentes tem sido relatado que as ligninas são polímeros derivados de álcoois “p-coumaryl”, “conyferyl” e “sinapyl”. As porções aromáticas destes fenilpropanóides são descritas, respectivamente, como “p-hydroxyphenil”, “guaiacyl” e “syringyl”, sendo então classificadas de acordo com esta distinção (Lewis & Yamamoto, 1990). A lignina é impermeável à água, muito resistente à pressão e pouco elástica, sendo depois da celulose, o polímero vegetal mais abundante, encontrando-se em maior quantidade na parede celular, cerca de 60% a 90% (Egg-Mendonça, 2001), o que ocorre durante a formação da mesma.

O crescimento e desenvolvimento da parede celular podem ser divididos em duas fases: crescimento da parede primária, fase em que a célula aumenta de tamanho, e crescimento da parede secundária, fase em que ocorre à deposição de polímeros de lignina a medida que a parede celular torna-se progressivamente mais espessa, a partir da borda interna da parede primária, em direção ao centro da célula. A inclusão de lignina na parede tem origem na lamela média, partindo em direção ao interior da parede secundária. O efeito deste padrão de deposição de lignina torna a região lamela média/parede celular primária mais

intensamente lignificada (Jung & Alen, 1995).

Esta 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), conferindo ao tecido resistência mecânica e proteção à parede celular contra infestações por microrganismos (Rijo & Vasconcelos, 1983, citados por Tavares et al., 1987).

O tegumento da semente de soja é composto por três camadas, a partir da superfície, a epiderme, a hipoderme e o parênquima interior (Esau, 1976). Esta última camada, composta por parênquima lacunoso, está presente em toda a testa da semente, com exceção da região do hilo. Possui de 6 a 8 camadas de células, tangenciais à superfície da testa, formadas por paredes finas e protoplasma ausente, sendo a parte mais externa deste parênquima formada por células grandes e alongadas, enquanto a mais interna por células menores e bastante ramificadas (Esau, 1977).

Segundo Corner (1951), a camada intermediária da testa, hipoderme, é formada por células em ampulhetas, ou células pilares, ou ainda osteoesclerídeos. Constitui-se por uma camada de células uniformes, por toda a testa, com exceção da região do hilo. A parede celular de suas células esclerenquimatosas se apresenta desuniforme (osteosclerídeos) com a presença de grandes espaços intercelulares.

A epiderme, mais externa da testa, permanece unisseriada e origina a camada paliçádica, característica das sementes de leguminosas. Essa camada é constituída de macroesclerídeos (células de Malpighi) com paredes desigualmente espessadas, tendo uma cutícula presente sobre a parede mais externa dos mesmos. Suas células apresentam-se alongadas com a disposição perpendicular à superfície da testa, com paredes celulares grossas (Esau, 1976).

Como é comum em leguminosas, há uma região particularmente

impermeável nas paredes da parte superior dos macroesclerídeos, que retrata a luz mais intensamente do que o resto da parede (Esau, 1965). A chamada “linha lúcida” é visível em sementes de muitas espécies silvestres de soja, mas é menos proeminente nas espécies cultivadas (Alexandrova & Alexandrova, 1935, citados por Carlson & Lersten, 1987). Esta camada paliçádica despertou interesse de pesquisadores pelo fato de sua estrutura e, em certas sementes duras de leguminosas, ser causadora do alto grau de impermeabilidade do tegumento, afetando, por conseguinte a capacidade de germinação (Esau, 1976).

Sementes duras ou impermeáveis, segundo Woodstock (1988), podem ser resultantes de uma organização compactada de microfibrilas de celulose na parede celular. Esta, por sua vez, pode ser impregnada com substâncias impermeáveis à água, tais como lignina, ceras, suberinas ou tanino. São compostas abundantemente pelos polissacarídeos celulose e hemicelulose, e de polímeros fenilpropanóides conhecidos como lignina (McDougall et al., 1996).

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 através deste, interferindo desse modo, na quantidade de lixiviados liberados para o meio externo durante a fase de embebição do processo de germinação de sementes. Crocker (1948) já mencionava a necessidade de se conhecer melhor esse mecanismo, por considerar este, o maior exemplo de eficiência contra a penetração de água, devendo, portanto, ser melhor aproveitado por melhoristas ajustando esta característica às suas necessidades. Como características gerais de cultivares de soja de tegumento menos permeável, pode-se citar o melhor potencial de conservação, os níveis inferiores de infecção por patógenos, o maior vigor e viabilidade, além da resistência à reabsorção de umidade após a maturação (Panobianco, 1997).

Tavares et al. (1987), estudando características estruturais do tegumento

de sementes de linhagens de soja, concluíram que o conteúdo total de fibras não está ligado a impermeabilidade, porém, quanto ao tipo de fibra, verificou-se um acentuado incremento dos valores de lignina nas linhagens com tegumentos impermeáveis (4,69% a 7,70%), diferenciados dos valores 1,80% a 3,18%, encontrados em linhagens com tegumentos permeáveis. De acordo com Brauns & Brauns (1960), citados 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 10,5% a 17% do tecido original.

A ocorrência de sementes duras em leguminosas tem sido atribuída tanto a fatores genéticos como ambientais (Donnelly, 1970). A porcentagem de sementes duras mostra considerável variabilidade dependendo das espécies ou cultivares, do grau de maturidade, das condições de maturação e do tempo de armazenamento. Assim, baixa umidade do ar durante a maturação resulta em um considerável aumento na dureza das sementes (Baciu-Miclaus, 1970; Martins, 1989).

Em soja, diferenças no teor de lignina entre tegumentos de sementes têm sido observadas por diversos autores (Tavares et al., 1987; Carbonell et al., 1992; Alvarez, 1994; Carbonell & Krzyzanowski, 1995; Panobianco, 1997; Menezes, 2008).

Adicionalmente, uma grande especulação tem sido gerada com relação aos teores de lignina na planta entre cultivares transgênicas (RR) e convencionais (Coghlan, 1999; Gertz Junior et al., 1999; Kuiper et al., 2001; Edmisten et al., 2006; Nodari & Destro, 2006).

Nodari & Destro (2006), em estudo realizado em nove lavouras de soja no Rio Grande do Sul, observaram que na presença de secas e altas temperaturas, as cultivares RR sofreram mais prejuízos que as convencionais. Os autores observaram um grande número de plantas com rachaduras no caule de

penetrância elevada, sendo que uma quantidade significativa das mesmas apresentava-se com caules dobrados ou quebrados, cerca de 50% a 70% das plantas, possivelmente devido à superprodução de lignina nos materiais RR.

Segundo Coghlan (1999), os teores elevados de lignina depositados no caule das plantas de soja estariam ocasionando estas rachaduras devido ao enrijecimento das plantas sob altas temperaturas (45°C), problema também detectado em lavouras de soja transgênica RR nos EUA, o que teria ocasionado, em anos mais quentes, perdas por tombamento de até 40% (Nodari & Destro, 2006) em consequência de aproximadamente 20% a mais de lignina em materiais RR (Kuiper et al., 2001).

Embora a causa exata do comportamento da lignina neste mecanismo ainda seja desconhecida (Coghlan, 1999), possivelmente as alterações dos teores na planta sejam devido ao fato dos precursores da molécula de lignina serem formados na via do ácido chiquímico, que é inibido pelo herbicida glifosato em plantas convencionais. A inibição de enzimas EPSPS, presentes nesta via pelo glifosato, levam a uma deficiência na produção de aminoácidos e consequente morte das plantas. Desta forma, a sequência CP4 EPSPS, introduzida no genoma de cultivares comerciais de soja, responsável pela produção da proteína CP4 enolpiruvilxiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), enzima que participa da biossíntese de aminoácidos aromáticos em plantas e microrganismos, poderia estar apresentando efeito pleiotrópico, modificando assim os teores de lignina na planta.

Apesar de todos estes trabalhos sugerirem efeito pleiotrópico do transgene sob condições de alto estresse, em ensaios de laboratório nos EUA, alguns autores sugerem que o mesmo pode não ser detectado até que específicas condições ambientais sejam observadas, o que comumente não ocorre em condições de campo. Neste sentido, a quantificação de lignina na planta, e por conseguinte em legumes e tegumento de sementes de soja, tornam-se

necessários em condições de campo, principalmente visando comparações entre materiais convencionais e suas versões RR, essencialmente derivadas, uma vez que os relatos anteriores se referem a genótipos diversos, não se isolando assim o efeito do transgene inserido. Vale ressaltar que são escassos na literatura trabalhos científicos que comprovem efeito pleiotrópico do transgene RR sob quaisquer características, sendo a maioria deles baseados em observações de campo.

Desta forma, julgou-se relevante também neste trabalho o estudo do incremento de peso de sementes e legumes intactos de soja, em diferentes períodos de embebição, e sua relação com os teores de lignina na planta, legume e tegumento de sementes, em plantas de soja RR e convencional; bem como a qualidade fisiológica e o teor de lignina no tegumento das sementes colhidas em diferentes épocas e a qualidade fisiológica de sementes de soja transgênica RR e os teores de lignina de plantas submetidas à pulverização com o herbicida glifosato.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, P.J.C. **Relação entre o conteúdo de lignina no tegumento da semente de soja e sua relação ao dano mecânico**. Londrina: FUEL, 1994. 43p.

BACIU-MICLAUS, D. Contribution to the study of hard seed and coat structure properties of soybean. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Vollebakk, v.35, n.2, p.599-617, 1970.

BOLDT, A.F. **Relação entre os caracteres de qualidade da vagem e da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1984. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRACCINI, A. de L. e. **Avaliação da qualidade fisiológica da semente de variedades e linhagens de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento**. 1993. 109f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. The pendulum test for screening soybean genotypes for seeds resistance to mechanical damage. **Seed Science and Tecnology**, Zurich, v.23, n.2, p.331-339, 1995.

CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; KASTER, M. Avaliação do “teste de queda” para seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.215-219, mar./abr. 1992.

CARLSON, J.B.; LERSTEN, N.R. Reproductive morphology. In: WILCOX, J.R. **Soybeans: improvement, production and uses**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1987. p.95-134.

COGHLAN, A. **Splitting headache: Monsanto’s modified soya beans are cracking up in the heat**. Saint Louis: Monsanto, 1999. Disponível em: <<http://www.mindfully.org/GE/Monsanto-RR-Soy-Cracking.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho/2009**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/10graos_08.09.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2009.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. Adoção e consumo no Brasil e no mundo. In: _____. **O que você precisa saber sobre transgênicos**. São Paulo, 2009. p.16-17.

CORNER, E.J. The leguminous seeds. **Phytomorphology**, New Delhi, v.1, p.117-150, 1951.

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. 146f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

COSTA, A.V.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C. Absorção de água em sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., 1984, Campinas. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1984. p.123.

COSTA, G.R.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.4, p.1017-1021, jul./ago. 2001.

COSTA, N.P. da; MESQUITA, C. de M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA NETO, J. de B.; PEREIRA, J.E.; BORDINGNON, J.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.140-145, jan./fev. 2001.

CROCKER, W. **Growth of plants**. New York: Reinohold, 1948. 459p.

CUSTÓDIO, C.C.; MACHADO NETO, N.B.; MASSAKI ITO, H.; VIVAN, M.R. Efeito da submersão em água de sementes de feijão na germinação e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.2, p.49-54, mar./abr. 2002.

DELOUCHE, J.C. Seed quality, and storage of soybeans. In: WHIGRUM, D.K. (Ed.). **Soybean production, protection and utilization**. Urbana: University of Illinois, 1975. p.86-107. (Intsoy, 6).

DOMENE, M. de P. **Fatores determinantes de descartes de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) produzidas no Estado de Minas Gerais**. 1992. 56f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

DONNELLY, E.D. Persistence of hard seed in *Vicia lines* derived from interepic hybridization. **Crop Science**, Madison, v.10, n.6, p.661-662, 1970.

EDMISTEN, K.L.; WELLS, R.; WILCUT, J.W. **Investigation of the cavitation and large boll shed in Roundup Ready cotton**. Disponível em: <<http://www.cottoninc.com/projects/summaries/2000ProjectSummaries/detail.asp?projectID=119>>. Acesso em: 12 mar. 2006.

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

ELIA, F.M.; HOSFIELD, G.L.; UEBERSAX, M.A. Inheritance of cooking time, water absorption, protein and tannin content in dry bean and their expected gain from selection. **Bean Improvement Cooperative**, Cali, v.39, n.2, p.266-267, Feb. 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja, região Central do Brasil, 2004**. Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Agropecuária Oeste; EMBRAPA Cerrados; EPAMIG-Fundação Triângulo, 2003. 237p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja, região Central do Brasil, 2005**. Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Cerrados; EMBRAPA Agropecuária Oeste; Fundação Meridional, 2004. 239p.

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

ESAU, K. **Anatomy of seeds plants**. New York: J.Wiley, 1977. 550p.

ESAU, K. **Plant anatomy**. 2.ed. New York: J.Wiley, 1965. 767p.

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Estratégias do melhoramento para produção de sementes de soja no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS: MELHORAMENTO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE SEMENTES NO BRASIL, 7., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. Disponível em: <<http://www.nucleoestudo.ufla.br/gen/eventos/simposios/7simpo/resumos/20036.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2006.

FRANÇA NETO, J. de B.; POTTS, H.C. Efeitos da colheita mecânica e da secagem artificial sobre a qualidade da semente dura em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.2, p.64-77, 1979.

GERTZ JUNIOR, J.M.; VENCILL, W.K.; HILL, N.S. Tolerance of transgenic soybean (*Glycine mar*) to heat stress. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE: WEEDS, 3., 1999, Brighton. **Proceedings...** Brighton: BCP, 1999. p.835-840.

GILIOLI, 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., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982. v.1, p.601-609. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 1).

GILIOLI, J.L.; KIIHL, R.A.S.; BARRETO, J.N.; MAURO, A.O.; COSTA, N.P. Experimento I: desenvolvimento e identificação de genótipos com alta qualidade fisiológica das sementes. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de soja. **Resultados de pesquisa de soja 1981/82**. Londrina, 1982. p.137-148.

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, May/June 1987.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the Soybean. **Economic Botany**, New York, v.24, n.4, p.408-421, 1970.

INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS. **Brief 39-2008**: global status of commercialized biotech/GM crops. Disponível em: <www.isaaa.org/resources/publications/briefs/39/executivesummary/default.htm>. Acesso em: 10 dez. 2008.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plants cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal Animal Science**, Champaign, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995.

KUIPER, H.A.; KLETER, G.A.; NOTEBORN, H.P.J.M.; KOK, E.J. Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. **The Plant Journal**, Oxford, v.27, n.6, p.503-528, Dec. 2001.

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, 1990.

MARTINS, L.A.M. **Avaliação da área habilidade genética do caráter semente dura de linhagens melhoradas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1989. 119f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MCDONALD, M.B.; VERTUCCI, C.W.; ROOS, E.E. Soybean seed imbibition: water absorption by seeds parts. **Crop Science**, Madison, v.28, n.6, p.993-997, Nov./Dec. 1988.

MCDUGALL, G.J.; MORRISON, I.M.; STEWART, D.; HILLMAN, J.R. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.70, n.2, p.133-150, Apr. 1996.

MENEZES, M. de. **Aspectos genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2008. 112p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MIYAMOTO, Y. **Abrasem garante oferta de sementes, mas preço deve subir**. Disponível em: <http://ultimosegundo.ig.com.br/economia/2008/05/13/abrasem_garante_oferta_de_sementes_mas_preco_deve_subir_1310334.html>. Acesso em: 15 out. 2008.

MULLER, L. Taxionomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p.65-72.

NODARI, R.O.; DESTRO, D. **Relatório sobre a situação de lavouras de soja da região de Palmeira das Missões, RS, safra 2001/2002, cultivadas com cultivares convencionais e com cultivares transgênicas.** Disponível em: <<http://www.agirazul.com.br/123/noticias/000000a3.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2006.

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

PEREIRA, L.A.G.; HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; MAGALHÃES, C.V. Teste de metodologia para identificação de genótipos de alta qualidade fisiológica de sementes de soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja 1984/85.** Londrina, 1985. p.407-420. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 15).

PESKE, S.T.; PEREIRA, L.A.G. Tegumento da semente de soja. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v.6, n.1/2, p.23-34, jun. 1983.

PRETE, C.E.C.; GUERRA, E.P. Qualidade fisiológica das sementes. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. (Org.). **Melhoramento genético de plantas.** Londrina: UEL, 1999. p.661-676.

ROCHA, V.S. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em três épocas de colheita.** 1982. 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: UFV, 1981. 166p.

SOUSA, L.V. de. **Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos associados com a qualidade fisiológica de sementes de feijão.** 2003. 53p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TAVARES, D.Q.; MIRANDA, M.A.C.; UMINO, C.Y.; DIAS, G.M. 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.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; BALLE, J.; TOMES, L.; STUCKEY, R.E. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis* sp. Seed infection. **Crop Science**, Madison, v.24, n.1, p.189-193, Apr. 1984.

TULLY, R.E. A new technique for measuring permeability of dry soybean pods to water. **Crop Science**, Madison, v.22, n.2, p.437-440, Aug. 1982.

VIEIRA, R.D. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1980. 76f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T.L. 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, jan./jun. 1982.

VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T.L. Qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.30, n.172, p.408-418, 1983.

WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal Seed Technology**, Springfield, v.12, n.1, p.1-15, Feb. 1988.

CAPÍTULO 2: Aspectos agronômicos da planta e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja RR e convencional, produzidas em diferentes épocas

RESUMO

Estudos relacionados à qualidade fisiológica de sementes de soja transgênica RR e convencional ainda são muito escassos, principalmente relacionados ao teor de lignina presente na planta e na semente. Objetivou-se avaliar características agronômicas da planta, teor de lignina no tegumento e qualidade de sementes RR e convencional, produzidas em 2 safras. As sementes foram produzidas nas safras verão 2006/07 e inverno 2007, na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. Utilizaram-se 10 cultivares na safra de verão e, 6 na safra de inverno, compreendendo cultivares convencionais e suas versões transgênicas RR, essencialmente derivadas, em experimentos instalados em delineamento de blocos casualizados com 4 repetições. Foram avaliados os caracteres agronômicos altura de planta, altura da inserção do primeiro legume e número de legumes por planta, determinados em 8 plantas da área útil por bloco; teor de lignina no tegumento de sementes e qualidade de sementes por meio dos testes: peso de 1000 sementes, incidência de dano mecânico, germinação e matéria seca de plântulas normais, índice de velocidade de emergência, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e teste de imersão de sementes em água, além da qualidade sanitária. Concluiu-se que o teor de lignina nas sementes da cv transgênica Baliza RR foi superior ao da cv convencional Celeste. No entanto, essa diferença no teor de lignina parece não ter influenciado a germinação e o índice de velocidade de germinação, provavelmente em função das condições favoráveis prevaletes durante o processo de produção das sementes, não tendo sido observado efeito pleiotrópico do transgene RR na produção de lignina em plantas de soja. Não foram observadas diferenças substanciais quanto aos caracteres agronômicos e qualidade fisiológica de sementes entre as cultivares convencionais e transgênicas RR.

ABSTRACT

Studies related to the physiological quality of RR transgenic and conventional soybean seeds are greatly scarce, mainly those related to the lignin content present in the plant and seed. Evaluating agronomic characteristics of the plant, lignin content in the coat and quality of RR and conventional seeds produced in two crops was intended. The seeds were produced in the crops 2006/07 summer and 2007 winter in the experimental area of the Agricultural Department of Federal University of Lavras Ten cultivars in the summertime crop and 6 in the winter crop were utilized, comprising both conventional cultivars and their RR transgenic versions, essentially derived in experiment established in randomized block design with 4 replicates. The agronomical traits: plant height, height of insertion of the first legume and number of legumes per plant, determined in 8 plants of the useful area per block; lignin content in the seed coat and quality of seeds by means of the tests: 1000 seed weight, incidence of mechanical injury, germination and dry matter of normal seedlings, emergence velocity index, germination velocity index, seedling emergence, accelerated aging, electrical conductivity and water seed soaking test, in addition to the sanitary quality, were evaluated. It follows that lignin contents in the seeds of transgenic cultivar Baliza RR was higher than that of the conventional cultivar Celeste. Nevertheless, that difference in lignin content seems not to have influenced germination and germination velocity index, likely as related to the current favorable conditions during the process of production of the seeds, no pleiotropic effect of the RR transgene in lignin production in soybean plants having been found. No marked differences as regards the agronomic traits and physiological quality of seeds between the conventional materials and their respective RRs were noticed.

1 INTRODUÇÃO

Responsável por 45,6% do total de área plantada e aproximadamente 42,71% do total da produção de grãos na última safra 2008/09 no Brasil, a cultura da soja [*Glycyne max* (L.) Merrill] assume papel importante no agronegócio como a principal fonte de divisas para o País (CONAB, 2009). O advento da soja transgênica, resistente ao herbicida Roundup Ready (RR), revolucionou o mercado de soja mundial, tendo seus efeitos sido observados no Brasil a partir de 1995, com a introdução de sementes piratas oriundas da Argentina.

Segundo dados do CIB (2009), na safra 2008/09 a área ocupada com soja transgênica no Brasil atingiu 14,2 milhões de hectares, o correspondente a 63,9% do total explorado com a cultura, confirmando a adesão dos agricultores brasileiros a esta tecnologia. Paralelo a adoção desta tecnologia alguns autores tem relatado um número considerável de plantas de soja RR com danos no caule, possivelmente, segundo estes, devido a superprodução de lignina (Coghlan, 1999; Gertz Junior et al., 1999; Kuiper et al., 2001; Edmisten et al., 2006; Nodari & Destro, 2006) a qual pode estar associada ao teor de lignina nas sementes e a qualidade de sementes.

Segundo Nodari & Destro (2006), têm sido observado rachaduras no caule de plantas de soja em lavouras do RS, possivelmente ocasionadas pela superprodução de lignina presente nas cultivares RR, cerca de 20% superiores às convencionais (Kuiper et al., 2001), problema este também já detectado em lavouras de soja transgênica nos EUA, ocasionando em anos mais quentes perdas por tombamento de até 40% (Nodari & Destro, 2006).

Neste sentido, uma grande especulação tem sido demonstrada em relação às respostas diferenciais destes materiais, não só quanto aos teores de lignina na planta, mas também na semente além de características agronômicas

da planta. No entanto, pesquisas nessa área são bastante restritas, principalmente quando se trata de comparações dentro do mesmo genótipo, contrastando-se uma cultivar convencional com sua versão transgênica RR, essencialmente derivada.

Sabe-se que a qualidade fisiológica de sementes de soja é controlada, em grande parte, por fatores genéticos, como a cultivar, caracteres da planta e da própria semente, tornando-se um fator de suma importância para o processo de produção. Segundo Krzyzanowski et al. (1993) o genótipo pode ser considerado fator mais importante para a qualidade de sementes quando comparado à escolha da região e práticas culturais. Logo, diferentes cultivares de uma mesma espécie podem apresentar maior ou menor vigor, além de longevidade (Petre & Guerra, 1999).

Dentro deste contexto, neste trabalho avaliaram-se características agronômicas da planta, teor de lignina no tegumento de sementes, assim como a qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja RR e convencional, produzidas em duas safras, verão e inverno.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de produção de sementes foram conduzidos em duas safras, verão 2006/07 (Novembro a Abril) e inverno 2007 (Abril a Agosto), no campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em solo classificado como Latossolo Roxo distroférico, fase cerrado. As análises e determinações foram realizadas no Laboratório Central de Sementes do, Departamento de Agricultura, e Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia. A cidade de Lavras está situada a 21°14' de latitude sul, 45°00' de longitude W. Gr. e altitude de 918m.

A região do Sul de Minas Gerais, de acordo com a classificação de Koppen, apresenta clima tipo Cwa (Ometo, 1981). Os dados relativos à temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, registrados na Estação Climatológica Principal de Lavras (MG) são apresentados na Figura 1.

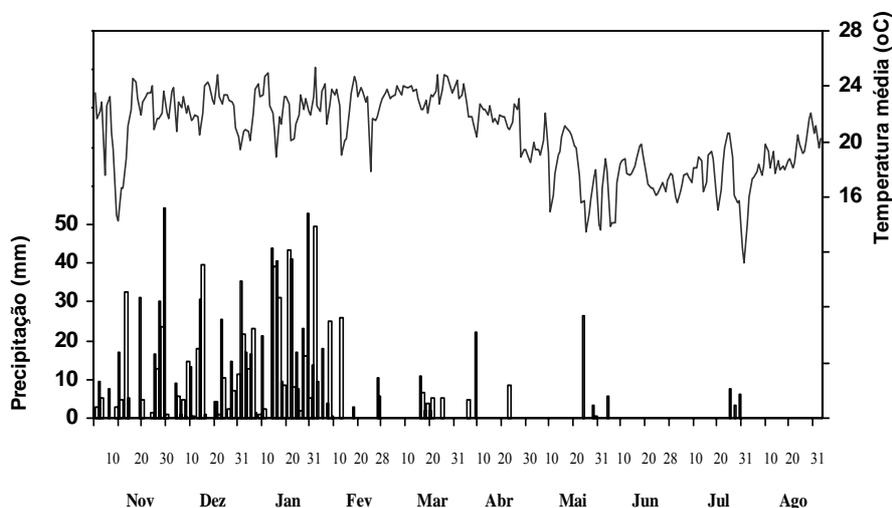


FIGURA 1 Variação diária da temperatura média do ar e pluviometria de Novembro de 2006 a Agosto de 2007. Fonte: ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE LAVRAS - MG.

Utilizaram-se 10 cultivares de soja na safra verão e, destas, 6 na safra inverno (BRS 133, 245 RR, 134 e 247 RR), cedidas pelas empresas Embrapa Soja (Londrina) e Embrapa Cerrados (DF), compreendendo cultivares convencionais e suas versões transgênicas RR, essencialmente derivadas, conforme Tabela 1. Os ensaios foram implantados em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se unidades experimentais de 4 linhas de 6m cada, considerando-se as 2 linhas centrais como área útil.

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise de solo, e as interpretações segundo Ribeiro et al. (1999). As sementes foram tratadas com o fungicida Vitavax Thiram 200 SC, na dosagem de 250 ml/100kg de sementes, sendo após inoculadas com produto comercial turfoso, de maneira a garantir população mínima de 1.200.000 bactérias/semente. Por ocasião do desbaste, manteve-se a densidade de 16 plantas por metro linear, sendo os tratos culturais, quando necessários, realizados segundo recomendações para a cultura.

TABELA 1 Cultivares de soja, convencional e a respectiva versão RR, e ciclos de produção utilizadas nos ensaios de produção de sementes, verão 2006/07 e inverno 2007.

Cvs convencionais	Ciclo	Cvs transgênicas	Ciclo
BRS MG 46 'Conquista'	Médio	BRS Valiosa RR	Médio
BRS MG 46 'Jataí'	Semitardio	BRS Silvânia RR	Semitardio
BRS 'Celeste'	Médio	BRS Baliza RR	Médio
BRS 133	Semiprecoce	BRS 245 RR	Semiprecoce
BRS 134	Semiprecoce	BRS 247 RR	Semiprecoce

A colheita manual foi realizada quando as plantas se encontravam entre os estádios reprodutivos R7 e R8 (Fehr & Caviness, 1977), sendo a secagem realizada à sombra, até que as sementes atingissem teor de água próximo a 13%. Para as análises e determinações foram utilizadas a mistura das sementes retidas nas peneiras de crivo circular 5,55mm e 6,35mm, sendo que para os testes fisiológicos as mesmas foram tratadas com o fungicida Vitavax Thiran 200 SC

na dosagem de 250 ml/100 kg de sementes, com exceção do teste de condutividade elétrica.

Foram avaliados os caracteres agronômicos: altura de planta, altura da inserção do primeiro legume e número de legumes por planta, determinados em 8 plantas da área útil por bloco; e as análises e determinações peso de 1000 sementes (Brasil, 1992), teor de lignina no tegumento das sementes (Capeleti et al., 2005), incidência de dano mecânico (Marcos Filho et al., 1987), germinação e matéria seca de plantas normais da germinação (Brasil, 1992), índice de velocidade de emergência - IVE e índice de velocidade de germinação - IVG (Edmond & Drapala, 1958), estande final em canteiro (contagem aos 24DAP), envelhecimento acelerado a 42°C por 72h (Marcos Filho, 1999), condutividade elétrica – CE (Vieira, 1994), teste de imersão de sementes em água e sanidade das sementes, avaliando-se o percentual de infestação (Machado, 2000) e a intensidade do inóculo. Os dados de intensidade do inóculo foram ponderados pela fórmula de McKinney (1923):

$$II (\%) = \frac{\sum (F \times n) \times 100}{(N \times M)}$$

em que: II = intensidade de inóculo, F = número de sementes com determinada nota, n = nota observada, N = número total de sementes avaliadas e M = nota máxima da escala.

Com exceção dos testes de germinação e envelhecimento acelerado, realizados com 400 sementes/tratamento, em todos os demais testes utilizou-se 200 sementes, conforme recomendações específicas. Para o teste de imersão de sementes em água utilizou-se as sementes oriundas do teste de condutividade elétrica, submetidas 24 horas a 25°C de submersão em água, sendo após

submetidas ao teste de germinação, avaliando-se aos 4 dias o número de plantas normais e anormais deformadas enroladas.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software estatístico R (R Development Core Team, 2008). Para as 6 cultivares, produzidas em ambas as safras, inicialmente, foi aplicado o teste F (Storck et al., 2000), para verificar a hipótese da homogeneidade de variância dos erros amostrais entre as safras e conveniência de uma análise conjunta dos experimentos. Quando as variâncias foram consideradas homogêneas foi realizada a análise conjunta considerando-se o fatorial safra x tratamentos, e quando homogênea realizada análise de variância separadamente para cada uma das safras. Em todas as análises, quando verificado efeito significativo dos tratamentos, para testar a significância de diferenças entre as médias das cultivares convencionais e transgênicas RR, realizou-se o teste de contraste de médias Scheffé.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis altura do 1º legume, número de legumes por planta, germinação, peso seco de plântulas normais no teste de germinação, índice de velocidade de germinação e índice de velocidade de emergência, não houve homogeneidade de variância necessária, entre as safras verão e inverno, para análise conjunta dos dados. Para as demais características analisadas conjuntamente, não se verificou efeito significativo de época de plantio, com exceção dos testes de imersão em água e estande final.

Com exceção do IVG, a contradição entre os resultados significativos da análise de variância pelo teste F e os resultados não significativos das análises de contraste pelo teste Scheffé, em ambas as safras, se justifica pelo teste F identificar diferenças existentes entre todos os tratamentos estudados, não levando em consideração apenas os contrastes estabelecidos entre os materiais convencionais e transgênicos RR, como pelo teste de Scheffé. Nas Tabelas 1A à 17A são apresentados os resumos da análise de variância para os caracteres estudados em ambas as safras.

Para a variável estande final, obtida no teste de emergência em canteiro, observa-se que independente da safra avaliada, os contrastes entre as cultivares RR e convencional não se mostraram significativos, sendo que para a variável imersão em água observou-se efeito interativo entre época de plantio e tratamentos (Tabela 2). Quando produzidas em condições de inverno, somente as cultivares Jataí e Silvânia RR mostraram-se contrastantes quanto ao número de plântulas normais após imersão em água, indicando que a cv transgênica RR (36%) mostrou-se inferior à cv convencional (59%) (Tabela 2). Na Tabela 3 são apresentados em resumo os resultados médios para as variáveis em que os contrastes apresentaram-se com significância, para ambas as safras.

TABELA 2 Contrastes, estimativas de contrastes (EC) e valores médios de germinação para a variável germinação após a imersão em água de sementes de soja convencionais e suas versões transgênicas RR, análise conjunta safra verão e inverno.

Contrastes	Inverno		Verão	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs ValiosaRR	13,0	0,5278 ^{NS}	-4,0	0,9948 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	15,0	0,3675 ^{NS}	-12,0	0,6127 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	23,0	0,0424*	0,5	1,0000 ^{NS}

* Significativo a 5% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 3 Valores médios para as variáveis em que os contrastes, entre cultivares de soja convencionais e suas versões transgênicas RR, apresentaram significância, safra verão e inverno.

Variáveis	Médias				
	Verão		Inverno		
Altura de plantas (m)	Jataí	1,56 a	vs	Silvânia RR	1,41 b
Nº Legumes/planta	Jataí	110,00 a	vs	Silvânia RR	57,50 b
Germinação (%)	BRS 133	95,50 a	vs	BRS 245 RR	87,25 b
Peso 1000 sementes (g)	BRS 134	155,50 a	vs	BRS 247 RR	142,70 b
IVE	BRS 134	7,16 b	vs	BRS 247 RR	7,55 a
Lignina Tegumento (%)	Celeste	0,20 b	vs	Baliza RR	0,26 a
Imersão em água (%)	Jataí	59,00 a	vs	Silvânia RR	36,00 b
Condutividade elétrica (µS/cm/g de sementes)	Jataí	76,54 b	vs	Silvânia RR	100,25 a
IVG	Conquista	2,25 a	vs	Valiosa RR	2,11 b

Letras minúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste Scheffé, ao nível de 5% de significância.

Os baixos percentuais de germinação, obtidos após as 24h de imersão em água, podem ser explicados pelas injúrias ocasionadas pela rápida embebição, devido à diferença de potencial hídrico entre o interior da semente e o meio (Castro & Vieira, 2001), uma vez que essas sementes se encontravam com teor de água próximo a 13%. Segundo Richard et al. (1991), o dano por embebição será proporcional à diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio. Desta forma, a semente, já danificada, tem menor quantidade de energia disponível para o processo germinativo, refletindo em menor vigor

Tais resultados de germinação, após a imersão em água, vêm de encontro aos obtidos no teste de CE, realizados com as mesmas sementes, nos quais houve superioridade da cv Jataí (76,54 μ S/cm/g) quando comparada a cv Silvânia RR (100,25 μ S/cm/g), conforme Tabela 3. Os contrastes e suas respectivas estimativas para a variável condutividade elétrica são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para condutividade elétrica de sementes de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contrastes	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	4,877	0,9999 ^{NS}	-13,7600	0,1908 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	14,475	0,8046 ^{NS}	-14,8975	0,1361 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	-1,995	0,9999 ^{NS}	-23,7150	0,0071**
133 vs 245 RR	-5,347	0,9999 ^{NS}		
134 vs 247 RR	-16,595	0,6635 ^{NS}		

** Significativo a 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

Segundo Vieira & Krzyzanowski (1999) para lotes de sementes de soja com alto vigor os valores padrões de condutividade devem estar situados, no máximo, até 70-80 μ S/cm/g, porém com forte tendência a apresentarem médio vigor. No entanto, apesar do alto valor de CE observado em sementes da cv Silvânia RR, nos testes de germinação e vigor não foram verificadas diferenças entre as duas cultivares, o que segundo José et al. (2004) pode indicar que exista cultivares com uma maior eficiência na reorganização de membranas, não resultando propriamente em danos.

Panobianco (1997) ao relacionar a variação na condutividade elétrica de sementes de soja e o teor de lignina no tegumento das mesmas afirma que o genótipo pode alterar a condutividade elétrica para sementes com o mesmo padrão de qualidade fisiológica. No entanto, não se observou diferenças significativas entre as cultivares Jataí e Silvânia RR quanto aos teores de lignina

no tegumento (Tabela 5), indicando que neste caso, o mesmo pode não ter sido o responsável pela variação de CE observada. Da mesma forma, não foi possível relacionar a diferença nos teores de lignina no tegumento, observada entre as cvs Celeste (0,20%) e Baliza RR (0,26%), e os resultados de qualidade fisiológica de ambas, produzidas na safra verão, uma vez que as mesmas diferiram somente para essa característica (Tabela 3). Vale ressaltar que apesar das diferenças encontradas para o contraste Baliza RR vs Celeste, não foi possível, pela incidência de dano mecânico, detectar quaisquer diferenças entre as cultivares estudadas.

TABELA 5 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para teor de lignina em tegumento de sementes de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contraste	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	-0,0225	0,9658 ^{NS}	0,0025	0,9999 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	-0,0650	0,0467*	-0,0025	0,9999 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	0,0175	0,9937 ^{NS}	0,0000	0,9999 ^{NS}
133 vs 245 RR	-0,0075	0,9999 ^{NS}		
134 vs 247 RR	-0,0350	0,6885 ^{NS}		

* Significativo a 5% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

Segundo McDonald et al. (1988), durante as primeiras 8 horas de embebição o tegumento das sementes de soja atua regulando a passagem da água, sendo que após este período, torna-se totalmente permeável. Rijo & Vasconcelos (1983), citados por Tavares et al. (1987), afirmam que a lignificação do tegumento é uma característica importante, pois confere ao tecido resistência mecânica e protege a parede celular de infestações por microrganismos. Nas condições destes ensaios, os valores de lignina se situaram entre 0,16% e 0,32%, sendo que os menores valores foram observados para as cvs BRS 133, BRS 134, BRS 245RR e BRS 247RR, e os maiores valores para as cvs Jataí e Silvânia RR (Tabelas 18A e 19A).

Como pode ser observado na Figura 2 e 3, as cultivares BRS 133, 245 RR, 134 e 247 RR apresentaram os menores percentuais de infecção e índices de infecção (severidade), quando produzidas no verão, indicando que as condições ambientais durante o período de maturação das sementes foram responsáveis pela qualidade sanitária das sementes. Nestas cultivares foi observado menor ciclo fenológico, semiprecoce, o que proporcionou o período de maturação fora do período de chuvas.

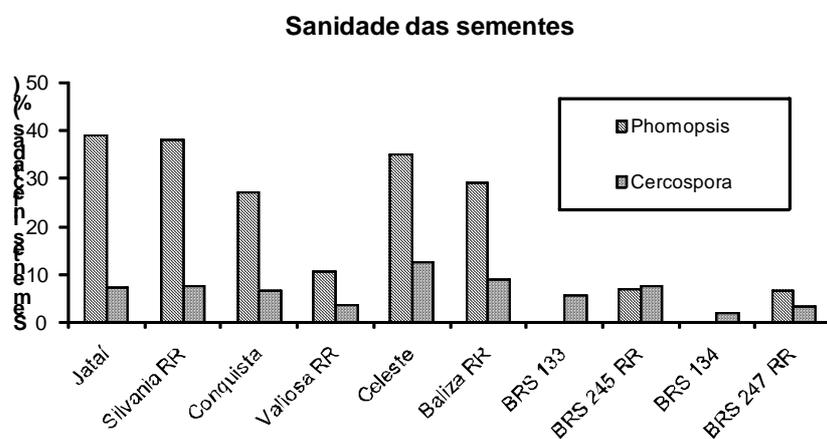


FIGURA 2 Valores médios para percentuais de infecção no teste de sanidade de sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra verão.

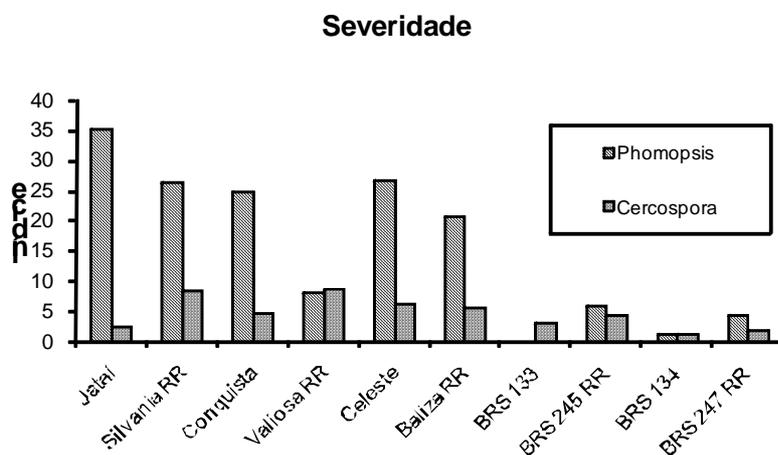


FIGURA 3 Valores médios para índices de infecção (severidade) no teste de sanidade de sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra verão.

Segundo Delouche (1975), a alternância de dias secos com úmidos, durante a fase de maturação até a colheita, que ocorrem com maior facilidade no verão, pode aumentar de forma diferenciada a incidência de doenças de final de ciclo das sementes produzidas. Dentro deste contexto, a semente torna-se não só um alvo fácil para a ação de microrganismos, os quais reduzem consideravelmente sua viabilidade, mas também passam a ser veículos eficientes de disseminação de patógenos (Machado, 2000). Essa situação pode ser visualizada principalmente para as cultivares Jataí e Silvânia RR, que permaneceram maior período em campo, as quais apresentaram as maiores percentagens de infecção, 39% e 38% (Figura 2), e também os maiores índices de infecção pelo patógeno *Phomopsis*, 35% e 26% (Figura 3), respectivamente. Vale ressaltar que quando produzidas em condições de inverno, sob regime de irrigação controlada, sem chuvas no período de maturação das sementes, não foram observadas para quaisquer sementes a presença de patógenos.

Ao se observar os contrastes estabelecidos entre os materiais RR e convencionais pode-se inferir que as cultivares Jataí e Silvânia RR apresentaram maior número de diferenças significativas dentre as variáveis estudadas (Tabela 3), não só com relação à qualidade fisiológica das sementes, mas também quanto aos caracteres agrônômicos, tais como altura de planta e número de legumes por planta (Tabela 6 e 7). Para a característica agrônômica altura de inserção do 1º legume não se identificou quaisquer diferenças entre os materiais RR e convencional.

TABELA 6 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para altura de planta de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contrastes	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	-4,2850	0,9150 ^{NS}	5,3775	0,4928 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	-7,0275	0,4173 ^{NS}	-8,3450	0,1126 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	15,4400	0,0009**	-1,1225	0,9988 ^{NS}
133 vs 245 RR	-2,8450	0,9937 ^{NS}		
134 vs 247 RR	4,3750	0,9050 ^{NS}		

** Significativo a 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 7 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para número de legumes por planta de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contrastes	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	-24,10	0,9999 ^{NS}	2,00	0,9087 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	-38,60	0,7873 ^{NS}	-1,25	0,9869 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	26,70	<0,0001**	-1,25	0,9869 ^{NS}
133 vs 245 RR	-28,10	0,9999 ^{NS}		
134 vs 247 RR	-18,10	0,9999 ^{NS}		

** Significativo a 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

Pelos valores médios para altura de planta e número de legumes por planta (Tabela 3) foi verificado, novamente, que a cv convencional Jataí mostrou-se superior à cv Silvânia RR, sendo que para número de legumes/planta

estes valores chegam a 91,3% de acréscimo. Adicionalmente, vale ressaltar que para esses materiais, em condições de campo, foram observadas maiores variações quanto ao ciclo fenológico, com maior uniformidade de maturação e menor ciclo, cerca de 10 dias, da cultivar convencional Jataí em relação à transgênica RR.

Convém destacar que apesar das cultivares RR, selecionadas para este trabalho, serem essencialmente derivadas das respectivas convencionais, por meio de retrocruzamentos, nem sempre se recupera completamente o genótipo do genitor recorrente, em virtude de ciclos menores de recorrência o que pode, por consequência, acarretar em variações entre ambos os materiais. No entanto, para essas cultivares não se tem informações do número de ciclos de retrocruzamentos utilizados.

Ao se avaliar a qualidade fisiológica das sementes por meio do teste de germinação na safra de verão (Tabela 8) e do IVG na safra de inverno (Tabela 9), não se observou relação entre os resultados significativos para ambas as variáveis, diferenciando-se os contrastes BRS 133 vs BRS 245 RR e Conquista vs Valiosa RR, respectivamente. Para os testes de vigor matéria seca de plântulas normais da germinação e envelhecimento acelerado não se observou diferenças entre os materiais RR e convencionais.

Para ambos os resultados as cultivares convencionais mostraram-se superiores às transgênicas RR. Conforme apresentado na Tabela 3, a cv convencional BRS 133, com 95% de plântulas normais, superou a cv BRS 245 RR, com 87%, em aproximadamente 9,5%, quando as mesmas foram produzidas em safra de verão. Neste mesmo sentido, quando avaliado o IVG, na cv convencional Conquista, foi observado índice 2,25, quando produzida em condições de inverno, a qual mostrou-se superior estatisticamente à cv transgênica Valiosa RR, com índice 2,11.

TABELA 8 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para germinação (plântulas normais) de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contraste	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	-1,50	0,9995 ^{NS}	-1,25	0,8683 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	-0,50	0,9999 ^{NS}	0,25	0,9999 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	0,75	0,9999 ^{NS}	-1,25	0,8683 ^{NS}
133 vs 245 RR	8,25	0,0289*		
134 vs 247 RR	0,25	0,9999 ^{NS}		

* Significativo a 5% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 9 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para IVG de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contraste	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	-0,0225	0,4862 ^{NS}	0,1425	0,0027**
Celeste vs Baliza RR	0,0175	0,7863 ^{NS}	0,0125	0,9980 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	0,0125	0,9640 ^{NS}	-0,0125	0,9980 ^{NS}
133 vs 245 RR	-0,0050	0,9999 ^{NS}		
134 vs 247 RR	0,0025	0,9999 ^{NS}		

** Significativo a 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

Pela porcentagem final de plântulas emergidas no teste de emergência em canteiro não foi possível diferenciar as cultivares. No entanto, pelos resultados referentes ao IVE (Tabela 10), observou-se menor velocidade de emergência para a cv transgênica BRS 247 RR (7,55 dias) em detrimento da cv convencional BRS 134 (7,16). Em contrapartida, tais resultados de IVE se mostraram inversamente proporcionais aos obtidos para peso de 1000 sementes (Tabela 11), nos quais em sementes de menor peso foram observadas maiores valores de IVE (Tabela 3).

TABELA 10 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para IVE de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contraste	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	-0,1650	0,9591 ^{NS}	0,0625	0,7244 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	-0,0225	0,9999 ^{NS}	0,0025	1,0000 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	0,0525	0,9999 ^{NS}	-0,0950	0,3220 ^{NS}
133 vs 245 RR	-0,2375	0,9999 ^{NS}		
134 vs 247 RR	-0,3850	<0,0001**		

** Significativo a 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 11 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para peso de 1000 sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contrastes	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	0,3075	0,9778 ^{NS}	0,9650	0,1398 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	0,8125	0,1362 ^{NS}	0,7575	0,3395 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	0,8175	0,1313 ^{NS}	0,7100	0,4044 ^{NS}
133 vs RR	-0,2875	0,9858 ^{NS}		
134 vs 247 RR	1,2800	0,0025**		

** Significativo a 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

Em alguns trabalhos nos quais foram relacionados a embebição e sementes de diferentes tamanhos foi observado que as sementes de menor tamanho atingem teores de água superiores aos observados nas de maior tamanho (Calero et al., 1981; Hsu et al., 1983; Souza, 1996; Beckert et al., 2000); o que segundo Beckert et al. (2000) está relacionado à maior área de contato por unidade de massa em sementes menores. Estes mesmos autores verificaram que a intensidade e velocidade de absorção de água pelas sementes de soja foram inversamente proporcionais ao tamanho das sementes. Entretanto, outros pesquisadores ao trabalharem com parâmetros idênticos, não encontraram diferenças na qualidade das sementes de diferentes tamanhos (Krzyzanowski et al., 1991; Silva Filho, 1994).

Dentro deste contexto, considerando-se que a semente de soja necessita absorver, no mínimo, cerca de 50% do seu peso em água para assegurar uma boa germinação (EMBRAPA, 2005), diferenças na velocidade de absorção de água, em proporções não prejudiciais à semente, poderiam acarretar em maior velocidade no processo germinativo das mesmas, justificando possivelmente, os resultados encontrados neste trabalho (Tabela 3).

Cabe destacar que, mesmo utilizando neste estudo sementes retidas nas peneiras de crivo circular 5,55mm e 6,35mm, não foi possível o estabelecimento de proporções semelhantes das mesmas para todas as cultivares, de maneira que, o maior peso de 1000 sementes, encontrado para a cv convencional BRS 134, cerca de 155,5g, em detrimento da cv BRS 247 RR, com 142,7g (Tabela 3), possivelmente, se deve ao fato da segunda ter produzido cerca de 30% a mais de sementes enquadradas nas peneiras 5,55mm em relação a peneira 6,35mm (dados não apresentados), o que não se verificou para cv convencional, que manteve proporcionalidade semelhante.

Vale ressaltar que, apesar dos resultados encontrados neste estudo, com exceção das variáveis IVE e lignina em tegumento de sementes, destacarem as cultivares RR em relação às convencionais, a maioria dos contrastes significativos mostraram-se isolados, apenas em uma das safras ou um dos testes, em meio às várias comparações entre qualidade fisiológica das sementes, não indicando, por conseguinte, diferenças substanciais de qualidade entre os materiais RR e convencionais.

Segundo Menezes (2008) a qualidade fisiológica de sementes de soja é influenciada por efeito materno ou extra-cromossômico assim como herança citoplasmática, não sendo as características físicas do tegumento, de origem materna, determinantes sozinhas da qualidade fisiológica das sementes. De acordo com este autor, o estudo do controle genético para qualidade de sementes indica efeito da capacidade geral e específica de combinação, o que sugere a

presença de efeitos gênicos aditivos e não-aditivos para qualidade fisiológica de sementes de soja. Logo, a qualidade das sementes não pode ser atribuída apenas ao tegumento das mesmas, e, por conseguinte aos seus teores de lignina, mas também a genes presentes no núcleo.

Em vista do exposto, apesar de alguns autores sugerirem efeito pleiotrópico do transgene, CP4 EPSPS, na superprodução de lignina na planta, não foi possível identificar neste trabalho efeito pleiotrópico nas cultivares estudadas, o que indica que, as alterações dos teores de lignina na planta, observados por estes autores, em condições climáticas normais, não sejam devido ao fato dos precursores da molécula de lignina serem formados na via do ácido chiquímico. Desta forma, a sequência CP4 EPSPS, introduzida no genoma de cultivares comerciais de soja, responsável pela produção da proteína CP4 enolpiruvilxiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), enzima que participa da biossíntese de aminoácidos aromáticos em plantas e microrganismos, parece não estar associada aos teores de lignina no tegumento de sementes de soja.

4 CONCLUSÕES

- O teor de lignina no tegumento das sementes é superior somente na cultivar Baliza RR em relação a sua convencional Celeste.
- Não são observadas diferenças substanciais quanto aos caracteres agronômicos e qualidade fisiológica de sementes entre as cultivares convencionais e transgênicas RR.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKERT, O.P.; MIGUEL, M.H.; MARCOS FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.4, p.671-675, out./dez. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MA/SNDA/DNDV/CLV, 1992. 365p.

CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v.21, n.6, p.926-933, 1981.

CAPELETI, I.; FERRARESE, M.L.L.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FERRARESE FILHO, O. 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.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

COGHLAN, A. **Splitting headache**: Monsanto's modified soya beans are cracking up in the heat. Saint Louis: Monsanto, 1999. Disponível em: <<http://www.mindfully.org/GE/Monsanto-RR-Soy-Cracking.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo levantamento, julho/2009. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/10graos_08.09.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2009.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. Adoção e consumo no Brasil e no mundo. In: _____. **O que você precisa saber sobre transgênicos**. São Paulo, 2009. p.16-17.

DELOUCHE, J.C. Seed quality, and storage of soybeans. In: WHIGRUM, D.K. (Ed.). **Soybean production, protection and utilization**. Urbana: University of Illinois, 1975. p.86-107. (Intsoy, 6).

EDMISTEN, K.L.; WELLS, R.; WILCUT, J.W. **Investigation of the cavitation and large boll shed in roundup ready cotton**. Disponível em: <<http://www.cottoninc.com/projects/summaries/2000ProjectSummaries/detail.asp?projectID=119>>. Acesso em: 12 mar. 2006.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.S. The effects of temperature, sand and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v.71, p.428-434, June 1958.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja**: região Central do Brasil, 2006. Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Cerrados; EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2005. 220p.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p.

GERTZ JUNIOR, J.M.; VENCILL, W.K.; HILL, N.S. Tolerance of transgenic soybean (*Glycine mar*) to heat stress. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE: WEEDS, 3., 1999, Brighton. **Proceedings...** Brighton: BCP, 1999. p.835-840.

HSU, K.H.; KIM, C.J.; WILSON, L.A. Factors affecting water uptake of soybean during soaking. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.60, n.3, p.208-211, May/June 1983.

JOSÉ, S.C.B.R.; PINHO, É.V.R. von; PINHO, R.G. von; SILVEIRA, C.M. da. Tolerância de sementes de linhagens de milho a alta temperatura de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.5, p.1107-1114, set./out. 2004.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.1, p.59-68, 1991.

KRZYZANOWSKI, F.C.; GILIOLI, J.L.; MIRANDA, L.C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.465-522.

KUIPER, H.A.; KLETER, G.A.; NOTEBORN, H.P.J.M.; KOK, E.J. Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. **The Plant Journal**, Oxford, v.27, n.6, p.503-528, June 2001.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. da. **Avaliação da qualidade da semente**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

McDONALD, M.B.; VERTUCCI, C.W.; ROOS, E.E. Soybean seed imbibition: water absorption by seeds parts. **Crop Science**, Madison, v.28, n.6, p.993-997, Nov./Dec. 1988.

McKINNEY, R.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.26, n.3, p.195-218, 1923.

MENEZES, M. de. **Aspectos genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2008. 112p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NODARI, R.O.; DESTRO, D. **Relatório sobre a situação de lavouras de soja da região de Palmeira das Missões, RS, safra 2001/2002, cultivadas com cultivares convencionais e com cultivares transgênicas**. Disponível em: <<http://www.agirazul.com.br/123/noticias/000000a3.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2006.

OMETO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525p.

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

PRETE, C.E.C.; GUERRA, E.P. Qualidade fisiológica das sementes. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. (Org.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: UEL, 1999. p.661-676.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R, a language and environment for statistical computing**: reference index version 2.8.0. Vienna, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 abr. 2009.

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

RICHARD, B.; RIVOAL, J.; SPITERI, A.; PRADET, A. Anaerobic stress induces the transcription and translation of sucrose synthase in rice. **Plant Physiology**, Rockville, v.95, n.3, p.669-674, 1991.

SILVA FILHO, P.M. **Desempenho de plantas e sementes de soja classificadas por tamanho e densidade**. 1994. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SOUZA, F.H.D. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas à qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água: I., tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.33-40, 1996.

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.

TAVARES, D.Q.; MIRANDA, M.A.C.; UMINO, C.Y.; DIAS, G.M. 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.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

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.

**CAPÍTULO 3: Lignificação da planta e aspectos relacionados à embebição
de sementes e legumes de cultivares de soja RR e convencional**

RESUMO

Nas últimas safras foi observada uma forte e crescente adesão dos agricultores brasileiros à soja transgênica RR. Uma grande especulação tem sido demonstrada em relação às respostas diferenciais de cultivares de soja transgênica, em relação às convencionais, quanto aos teores de lignina no caule, legume e sementes, característica essa associada à embebição de sementes e legumes. Objetivou-se determinar o incremento de peso de sementes e legumes intactos de soja, em diferentes períodos de embebição, e sua relação com os teores de lignina em plantas de soja RR e convencional. O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura da UFLA, utilizando-se 2 amostras de 20 legumes e 4 amostras de 50 sementes das cultivares convencionais Jataí, Celeste e Conquista, e suas respectivas versões transgênicas Silvânia RR, Baliza RR e Valiosa RR. Para a determinação da taxa e velocidade de embebição, os legumes foram imersos em água, em copos de plástico de 250 ml, por períodos de 1, 3, 6, 9, 12, 24 e 48 horas, e as sementes nos períodos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 24 e 48 horas. Foi observado que os legumes intactos possuem certa resistência à entrada de água nas primeiras horas de imersão, já as sementes, possuem absorção maior no início e posterior estabilização. As cultivares Jataí e Silvânia RR diferiram-se nos períodos de 1 e 2 horas para embebição de sementes, e as cvs Conquista e Valiosa RR nos períodos de 4, 5 e 6 horas para sementes e 24 e 48 horas para legumes intactos, sendo os maiores percentuais, nos contrastes, observados para as cvs Silvânia RR e Conquista. O índice de velocidade de hidratação (IVH) das sementes mostrou-se superior para cv Conquista em relação a cv Valiosa RR. Não foram observadas diferenças entre as cvs transgênicas RR e convencional para teor de lignina em caule, folha, legume e tegumento de sementes, e para IVH de legumes intactos. Por meio dos resultados alcançados não foi possível estabelecer uma associação entre a taxa de embebição em sementes e legumes intactos e a característica de transgenia nas cultivares de soja avaliadas.

ABSTRACT

In the latest crops, a strong and growing adherence of Brazilian farmers to the RR transgenic soybean has been found. Great speculation has been demonstrated in relation to the differential responses of transgenic soybean cultivars concerning the conventional ones as regards the lignin contents in the stem, legume and seeds, a characteristic associated to the soaking of seeds and legumes. It was intended to determine the increase of weight of intact soybean seeds and legumes at different soaking periods and their relation to the lignin contents in RR and conventional soybean plants. The experiment was conducted in the Seed Sector of the UFLA Agriculture Department, utilizing two samples of 20 legumes and four samples of 50 seeds from the conventional cultivars Jataí, Celeste and Conquista and their respective transgenic versions Silvânia RR, Baliza RR and Valiosa RR. For the determination of both the rate and velocity of soaking, the legumes were immersed into water in plastic 250 ml glasses for periods of 1, 3, 6, 9, 12, 24 and 48 hours, and the seeds in the periods of 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 24 and 48 hours. It was found that the intact legumes possess a certain resistance to water entrance in the first few hours' soaking, but the seeds possess absorption greater at the onset and later stabilization. Cultivars RR Jataí and Silvânia differed in the periods of 1 and 2 hours for seed soaking and cultivars Conquista and Valiosa RR in the periods 4, 5 and 6 hours for seeds and 24 and 48 hours for intact legumes, the highest percents, in the contrasts, being observed for cultivars Silvânia RR and Conquista. The hydration velocity index (HVI) of the seeds proved superior for cultivar Conquista in relation to cultivar Valiosa RR. No differences between the RR transgenic and conventional cultivars as for lignin content in stem, leaf, legume and seed coat and for IVH of intact legumes were found. By means of the achieved results, it no association was possible to establish between the soaking rate in intact seeds and legumes and transgenesis characteristic in the evaluated soybean cultivars.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, cerca de 55% do volume total de sementes produzidas é de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], assumindo papel importante no agronegócio como a principal fonte de divisas para o País (Miyamoto, 2008). Nessa produção, é preciso considerar a de plantas transgênicas RR, com tolerância ao herbicida glifosato, aprovada no Brasil em 2005 pela Lei de Biossegurança, e que de acordo com dados do CIB (2009), na última safra, 2008/09, representou 63,9% da área plantada com soja no Brasil.

Alguns autores têm mencionado respostas diferenciais quanto aos teores de lignina na planta entre materiais RR e convencionais, atribuindo tal fato ao excesso de lignificação ocorrido em cultivares transgênicas RR (Coghlan, 1999; Kuiper et al., 2001; Edmisten et al., 2006; Nodari & Destro, 2006). No entanto, a pesquisa nessa área é bastante restrita, sendo tais afirmações não baseadas em estudos comparativos dentro do mesmo genótipo.

A deposição de lignina na planta é importante não só para conferir rigidez e resistência aos tecidos vegetais, tais como caule e folhas, mas especialmente, para o tegumento de sementes de soja, sendo correlacionada com a resistência ao dano mecânico (Panobianco, 1997), conferindo ao tecido resistência mecânica e proteção à parede celular de infestações por microrganismos (Rijo & Vasconcelos, 1983, citados por Tavares et al., 1987). Dentro deste contexto, possíveis respostas diferenciais podem se tornar relevantes para qualidade fisiológica de sementes, haja vista a relação entre a permeabilidade de sementes de soja e a qualidade fisiológica das mesmas.

Grande parte das características do tegumento está associada a problemas específicos apresentados nas sementes, como a suscetibilidade a danos mecânicos, longevidade e potencial de deterioração, que podem ser associados ao seu teor de lignina e ao grau de permeabilidade do tegumento. Em

alguns trabalhos tem sido demonstrada relação direta entre a resistência aos danos de embebição e os teores de lignina no tegumento de sementes de soja, comprovando a resposta diferencial entre cultivares, e ainda que poucos genes parecem estar envolvidos na característica de semente dura (Lebedeff, 1947).

Tais aspectos, considerados para o tegumento das sementes, podem também ser aplicados ao legume e, por conseguinte ser associados à qualidade de sementes. Yaklich & Cregan (1981) já observavam que diferenças entre cultivares de soja não podem ser atribuídas apenas a fatores ambientais, mas principalmente às diferenças genéticas entre as cultivares estudadas, tais como embebição dos legumes. Tully (1982) também mencionou que a incorporação de impermeabilidade no legume à água seria alternativa mais apropriada que a impermeabilidade das sementes, constatando variabilidade para esta característica entre diversos genótipos de soja.

Uma boa relação entre permeabilidade dos legumes e qualidade das sementes de soja foi relatada por Pereira et al. (1985), avaliando métodos para a identificação de genótipos com alta qualidade de semente. Costa et al. (2002), contrastando duas cultivares de soja quanto à absorção de água em laboratório e em condições de campo, determinaram que a menor absorção de água seria a provável causa da tolerância à deterioração das sementes de uma das cultivares. Braccini (1993) observou que o teste de embebição do legume correlacionou-se negativamente com os testes de envelhecimento precoce, emergência em areia e índice de velocidade de emergência, indicando que com o aumento da permeabilidade dos mesmos diminui-se a qualidade das sementes.

Dentro deste contexto, objetivou-se estudar o incremento de peso de sementes e legumes intactos de soja, em diferentes períodos de embebição, bem como a velocidade de hidratação dos mesmos e sua relação com os teores de lignina em plantas de soja RR e convencional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de produção de sementes foram conduzidos na safra de inverno, ano agrícola 2007 (Abril a Agosto), no campo experimental do Departamento de Agricultura (Universidade Federal de Lavras), em solo classificado como Latossolo Roxo distroférico, fase cerrado, sendo as análises e determinações realizadas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura. A cidade de Lavras está situada a 21°14' de latitude sul, 45°00' de longitude W. Gr. e altitude de 918m. A região do Sul de Minas Gerais, de acordo com a classificação de Koppen, apresenta clima tipo Cwa (Ometo, 1981).

Utilizaram-se 6 cultivares de soja, cedidas pelas empresas Embrapa Soja (Londrina) e Embrapa Cerrados (DF), compreendendo 3 cultivares convencionais e suas versões transgênicas RR, essencialmente derivadas, conforme Tabela 1.

TABELA 1 Cultivares de soja, convencional e a respectiva versão RR, e ciclos de produção utilizadas nos ensaios de produção de sementes, inverno 2007.

Cvs convencionais	Ciclo	Cvs transgênicas RR	Ciclo
BRS MG 46 'Conquista'	Médio	BRS Valiosa RR	Médio
BRS 'Jataí'	Semitardio	BRS Silvânia RR	Semitardio
BRS 'Celeste'	Médio	BRS Baliza RR	Médio

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, utilizando-se unidades experimentais de 4 linhas de 6m, considerando-se as 2 linhas centrais como área útil. A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise de solo, e as interpretações segundo Ribeiro et al. (1999). Por ocasião da semeadura, as sementes foram tratadas com o fungicida Vitavax Thiram 200 SC, na dosagem de 250 ml/100kg de sementes, sendo após inoculadas com produto comercial turfoso, de maneira a garantir

população mínima de 1.200.000 bactérias/semente. Por ocasião do desbaste, manteve-se densidade de 16 plantas por metro linear, sendo os tratos culturais, quando necessários, realizados segundo recomendações para a cultura.

Determinaram-se os teores de lignina em caule, folha, legume e tegumento de sementes de soja segundo Capeleti et al. (2005), modificando-se a quantidade de material a ser analisado. Os tecidos vegetais para as análises de lignina na planta foram coletados quando as mesmas se encontravam entre os estádios fenológicos R7 e R8 (Fehr & Caviness, 1977), selecionando-se o terço mediano das plantas. Para os testes de embebição de sementes e legumes, assim como para o teor de lignina no tegumento, as plantas encontravam-se no estágio R8, sendo que as sementes apresentavam 13% de umidade.

Nos testes de embebição em água, selecionaram-se legumes com duas ou três sementes cada, sem danificações aparentes, coletados com o auxílio de tesoura, sendo que para a embebição de sementes, os mesmos foram debulhados manualmente, selecionando-se sementes sem danos aparentes, retidas nas peneiras de crivo circular 5,55mm e 6,35mm. Foram utilizadas para a embebição de legumes intactos 2 subamostras de 20 unidades por bloco e para embebição de sementes, 4 subamostras de 50 unidades por bloco de campo. Tais amostras foram pesadas inicialmente e em seguida completamente imersas em copos plásticos de 250 ml, contendo água desmineralizada, à condição controlada de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ pelos períodos de 1, 3, 6, 9, 12, 24 e 48 horas para legumes intactos, conforme metodologia proposta por Boldt (1984), e 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 24 e 48 horas para sementes, segundo Rocha et al. (1990).

Para evitar a flutuação dos legumes utilizou-se a sobreposição de outro copo plástico, de mesmo volume, contendo água desmineralizada. Decorrido o período de embebição, drenou-se a água do copo e o excesso de água dos legumes ou sementes eliminados pela secagem em papel mata borrão. As amostras foram em seguida pesadas em balança de precisão e submetidas à

embebição por novo período. Com o peso inicial e final de cada amostra, determinou-se a porcentagem de embebição de sementes e de legumes intactos, para cada tempo de embebição, e ao final do teste, para as sementes extraídas dos legumes intactos, com o uso da fórmula:

$$E (\%) = \frac{(PF - PI)}{PI} \times 100$$

em que: E (%) = Porcentagem de embebição, em relação ao peso inicial da amostra; PI = peso inicial da amostra (para cada período); PF = peso final da amostra após 48h de embebição em água.

Ao final dos testes de embebição as amostras foram submetidas a 105°C em estufa por 24horas, para determinação da umidade final, sendo que para os legumes intactos determinou-se, separadamente, o teor de água das sementes e dos legumes. Foi determinado também, de acordo com Nakagawa et al. (2007), o índice de velocidade de hidratação (IVH), baseando-se na fórmula do índice de velocidade de germinação (IVG), de Edmond & Drapala (1958), com a substituição dos dados de germinação pelo percentual de embebição.

A análise estatística foi realizada por meio do software R (R Development Core Team, 2008). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (Storck et al., 2000), e quando significativos submetidos ao teste de contraste de médias Scheffé, para cada período de embebição, contrastando-se as cultivares convencionais e suas versões transgênicas RR. Para a característica horas de embebição, realizou-se análise de regressão por meio do modelo quadrático de platô de resposta, dado por:

$$y_i = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \varepsilon_i & \text{se } X_i \leq X_0 \\ P + \varepsilon_i & \text{se } X_i > X_0 \end{cases}$$

em que X_0 é o valor de horas no qual há uma estabilização no valor P (% final de embebição).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo para a interação cultivares e percentual de embebição ($p < 0,0001$), sendo os valores médios para os resultados do desdobramento dos contrastes entre as cultivares convencionais e seus transgênicos RR, dentro de cada hora de embebição, apresentados na Tabela 2. Nas Tabelas 18A 27 são apresentados os resumos da análise de variância para os caracteres estudados.

Para as cultivares Conquista e Valiosa RR foram observadas diferentes taxas de embebição de sementes nos períodos de 4, 5 e 6 horas e para as cultivares Jataí e Silvânia RR nos períodos de 1 e 2 horas. Não foi observada diferença estatística no percentual de embebição de sementes para as cultivares Celeste e Baliza RR.

TABELA 2 Médias dos contrastes obtidas para o percentual de embebição de sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

Horas	Médias dos contrastes					
	Conquista vs Valiosa RR	Celeste vs Baliza RR	Jataí vs Silvânia RR			
1	20,81a	13,85a	23,12a	35,21a	45,22b	63,68 ^a
2	37,92a	27,77a	48,03a	58,45a	73,58b	90,68 ^a
3	53,96a	40,11a	72,43a	76,91a	96,34a	106,91 ^a
4	72,07a	55,24b	97,45a	93,59a	110,41a	115,94 ^a
5	87,49a	70,91b	113,62a	107,13a	117,77a	120,44 ^a
6	99,25a	83,23b	123,67a	117,62a	123,72a	124,11 ^a
7	108,50a	94,16a	129,90a	124,67a	126,70a	126,15 ^a
9	120,08a	107,56a	135,07a	131,60a	128,73a	127,83 ^a
12	127,95a	118,56a	137,86a	135,65a	129,70a	128,21 ^a
24	131,75a	122,67a	137,39a	135,95a	128,17a	125,94 ^a
48	136,55a	136,73a	140,18a	135,51a	127,85a	125,29 ^a

Letras minúsculas seguidas pela mesma letra na linha para cada contraste não diferem entre si pelo Teste Scheffé, ao nível de 5% de significância.

Após submetidas a 4 horas de embebição em água, observa-se que as sementes da cultivar Valiosa RR absorveram 55,24% do seu peso em água, valor este inferior estatisticamente aos 72,07% absorvidos pela cultivar convencional Conquista. Considerando os 3 períodos em que ambas as cultivares apresentaram diferenças, em média, sementes da cultivar convencional absorveram 23,61% a mais de água que as sementes oriundas do material RR, o que indica maior restrição à entrada de água nestas sementes.

Segundo Calero et al. (1981) e McDonald et al. (1988), provavelmente, a restrição à entrada de água se deva à permeabilidade do tegumento, que segundo estes autores, atua como regulador da embebição de sementes. McDougall et al. (1996) ressalta ainda que a impermeabilidade ao tegumento, conferida pela lignina, exerce efeito significativo sobre a capacidade e velocidade de absorção de água através deste. No entanto, não foi possível estabelecer relação entre maior permeabilidade do tegumento e menores teores de lignina (capítulo 2), uma vez que, neste trabalho, as cultivares não apresentaram diferenças para esta característica, conforme resultados discutidos no capítulo anterior.

Segundo McDonald et al. (1988) as sementes de soja absorvem aproximadamente 80% de água nas primeiras 3 horas de embebição, tendo o tegumento das sementes papel relevante neste processo. Pela Tabela 3, observa-se que, até 3 horas, somente as cultivares Conquista e Valiosa RR apresentaram absorções menores que 70% do peso em água, tendo as cultivares Jataí e Silvânia RR absorvido mais de 90%.

Vale ressaltar que, dentre os materiais avaliados, nas sementes das cultivares Jataí e Silvânia RR foram observados os menores percentuais finais de embebição. No entanto, as mesmas absorveram, nas primeiras 2 horas, 73,58% e 90,68% do peso em água, respectivamente, indicando maior permeabilidade do tegumento para estas cultivares, quando comparadas com as demais, além de

estabilização mais rápida, que ocorreu com 5,81h e 6,67h, respectivamente, não tendo os referidos tempos se diferenciado estatisticamente.

Diferenças de embebição para ambas as cultivares ocorreram com 1 e 2 horas de imersão, tendo a cv Silvânia RR mostrado-se mais permeável à água, com cerca de 90% de acúmulo obtido após 2 horas. Rodrigues et al. (2006), estudando pré-hidratação de sementes de soja, verificaram acréscimo acentuado no teor de água nas 3 primeiras horas, sendo que a partir das 6 horas observou-se relativa estabilização.

Estes resultados vem de encontro aos obtidos para qualidade fisiológica de sementes destas duas cultivares (Tabela 4), apresentados no capítulo 2, uma vez que a cultivar Silvânia RR apresentou menor número de plântulas normais na germinação após imersão em água, além de maior valor de condutividade elétrica, possivelmente em função da maior permeabilidade da membrana e danos ocasionados pela entrada rápida de água.

TABELA 4 Valores médios para as variáveis em que os contrastes, entre cultivares de soja convencionais e suas versões transgênicas RR, apresentaram significância, safra inverno.

Variáveis			Médias		
Imersão em água (%)	Jataí	59,00 a	V S	Silvânia RR	36,00 b
Condutividade elétrica (μ S/cm/g de sementes)	Jataí	76,54 b	V S	Silvânia RR	100,25 a

Letras minúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste Scheffé, ao nível de 5% de significância.

Na Figura 1 são apresentadas as regressões para horas dentro de cada cultivar, indicando os valores médios de estabilização (X_o) e o percentual de embebição (P) no tempo X_o para sementes.

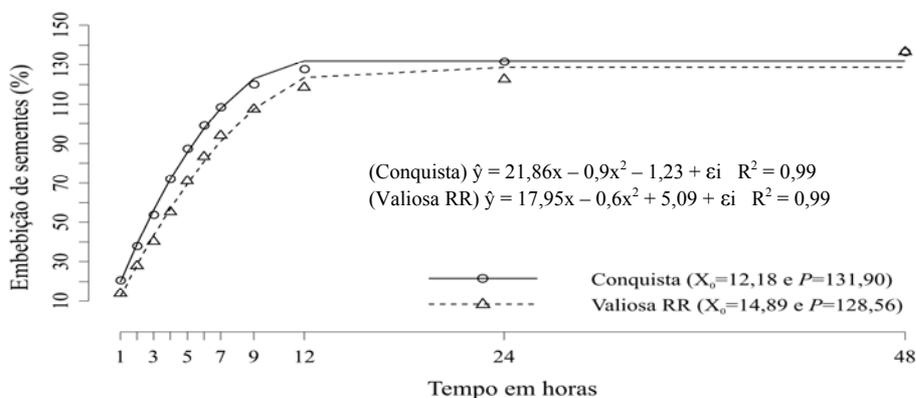
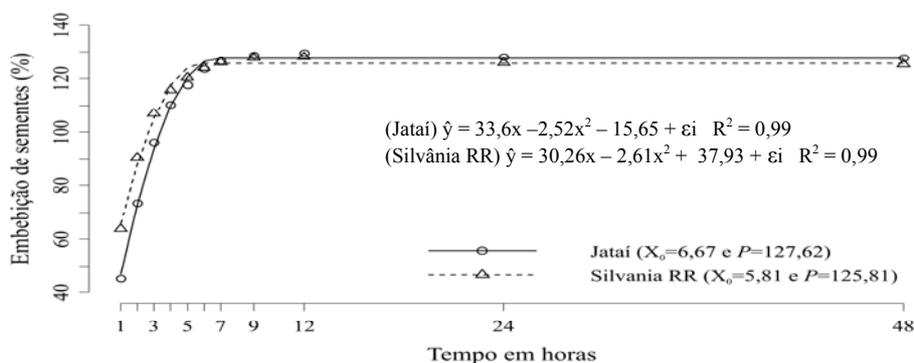
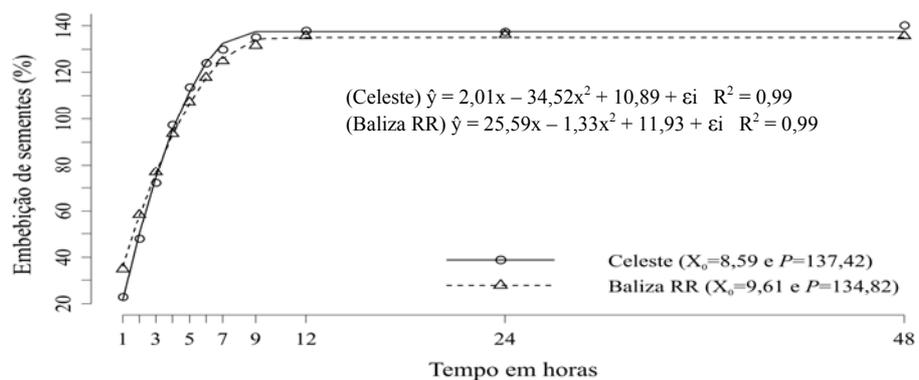


FIGURA 1 Valores médios (símbolos) e estimados (linhas), tempo médio de estabilização (X_0) e valor médio do peso no tempo X_0 (P) obtidos na análise de regressão para o percentual de embebição de sementes das cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

Podem-se inferir diferentes períodos de estabilização da embebição em sementes das cultivares Jataí/Silvânia RR, Celeste/Baliza RR e Conquista/Valiosa RR, apresentado, em média, 6,24 horas, 9,10 horas e 13,53 horas para estabilização. No entanto, nos valores finais de embebição não houve grande variação entre as mesmas, tendo as médias se concentrado entre 126,71% e 136,12% do peso absorvido em água (Figura 1). Segundo Labouriau (1983) a velocidade de embebição é afetada quando as condições de ambiente variam, mas a quantidade máxima de água absorvida nessa etapa não se altera, pois esse máximo é uma propriedade dos colóides hidrofílicos da semente, condicionada pela maturação e/ou pelo armazenamento. Em soja, as proteínas são as principais responsáveis pelo fenômeno da embebição, devido a sua natureza hidrofílica (Rocha et al., 1990). No entanto, não foram determinados neste trabalho a composição e proteínas nas sementes produzidas.

Costa et al. (2002) constataram variações na velocidade de absorção de água entre cultivares de soja até a oitava hora do período de absorção, tendo os autores, observado resposta quadrática para esta variável. Tais resultados vêm de encontro aos obtidos neste trabalho, em que o percentual de embebição de sementes enquadrou-se em modelo quadrático, indicando que a quantidade de água absorvida foi se tornando menor, estabilizando-se nas últimas horas.

Diferentemente, Toledo (2008) observou resposta linear das cultivares de soja, quanto à capacidade de absorção de água pelas sementes em função do tempo, indicativo de acréscimos gradativos na quantidade de água absorvida até 8 horas de embebição. Santos et al. (2007) observaram que sementes das cultivares Embrapa 48 e BRS 133, avaliadas até 24 horas de hidratação, também apresentaram ajuste linear dos dados. No entanto, vale ressaltar que Santos et al. (2007) e Toledo (2008) utilizaram metodologia da atmosfera úmida e metodologia de papel umedecido, respectivamente, o que proporcionou às sementes maior lentidão do processo de absorção.

Souza et al. (2004), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de feijão por meio da absorção de água em diferentes períodos de armazenamento, observou variabilidade genética tanto para percentagem de absorção de água como para a velocidade de germinação e emergência, constatando também que a diferença se acentuou com o tempo de armazenamento das sementes. Este autor observou que a absorção de água diminuiu ao longo do armazenamento, a medida que a velocidade de emergência e velocidade de germinação aumentaram, indicando que, provavelmente, para sementes de feijão, a absorção de água parece não afetar o vigor das sementes.

Quanto à evolução do processo de absorção de água pelos legumes intactos (Tabela 6), foi observada, nos períodos de 24 e 48 horas, diferenciação entre as cultivares Conquista e Valiosa RR, não tendo as demais, diferenças entre o material RR e convencional. Ressalta-se que, quando o tempo de estabilização X_0 , não estava entre os períodos em que houve diferença estatística, não se consideram distintos os valores de X_0 e P entre os materiais RR e convencional.

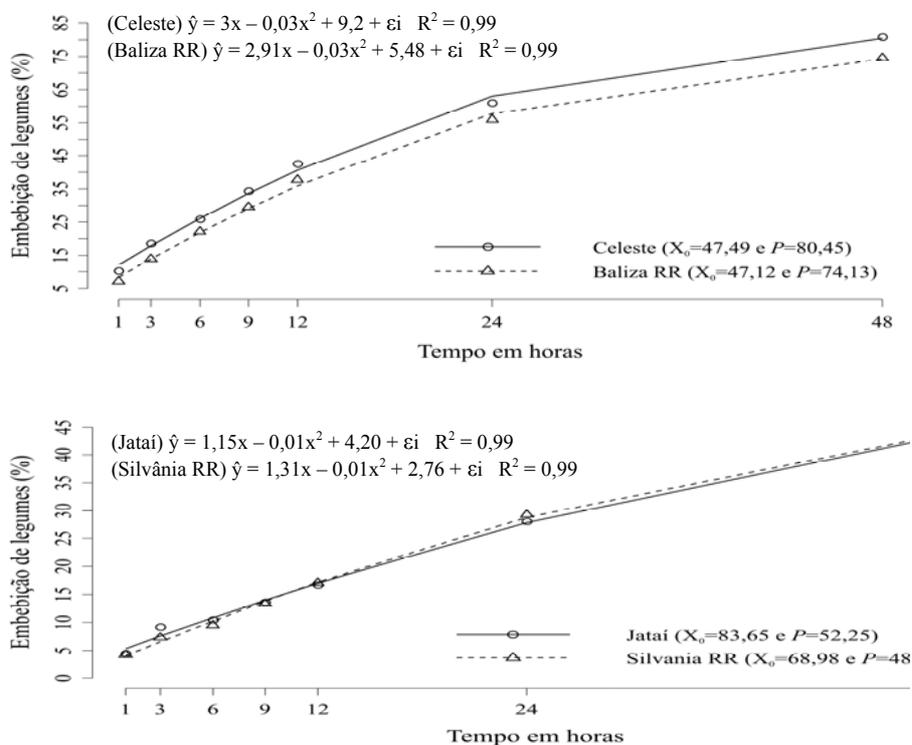
Quanto ao ganho percentual cumulativo de água, observa-se pela Tabela 5, que na cultivar Valiosa RR foi verificada menor taxa de embebição que a cv convencional, o que possivelmente indica maior restrição à entrada de água pelas paredes dos legumes RR, o que vem de encontro aos resultados obtidos no teste de embebição de sementes (Tabela 3). Em média, os legumes da cultivar Conquista apresentaram cerca de 32% a mais de absorção em água que os da cultivar Valiosa RR.

TABELA 5 Médias dos contrastes obtidas para o percentual de embebição de legumes intactos de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

Horas	Médias dos contrastes					
	Conquista vs ValiosaRR		Celeste vs BalizaRR		Jataí vs SilvâniaRR	
1	7,67a	7,64a	10,30 ^a	7,12a	4,46a	4,23 ^a
3	13,12a	11,89a	18,71 ^a	14,03a	9,21a	7,34 ^a
6	19,48a	16,21a	25,98 ^a	22,17a	10,49a	9,54 ^a
9	26,78a	21,31a	34,48 ^a	29,64a	13,63a	13,34 ^a
12	33,60a	24,83a	42,64 ^a	37,80a	16,74a	17,09 ^a
24	51,75a	39,20b	61,02 ^a	55,92a	28,07a	29,27 ^a
48	70,74a	56,79b	80,81 ^a	74,43a	43,49a	43,78 ^a

Letras minúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste Scheffé, ao nível de 5% de significância.

Na Figura 2 são apresentadas as regressões para horas dentro de cada cultivar, indicando os valores médios de estabilização (X_0) e o percentual de embebição (P) no tempo X_0 para legumes intactos.



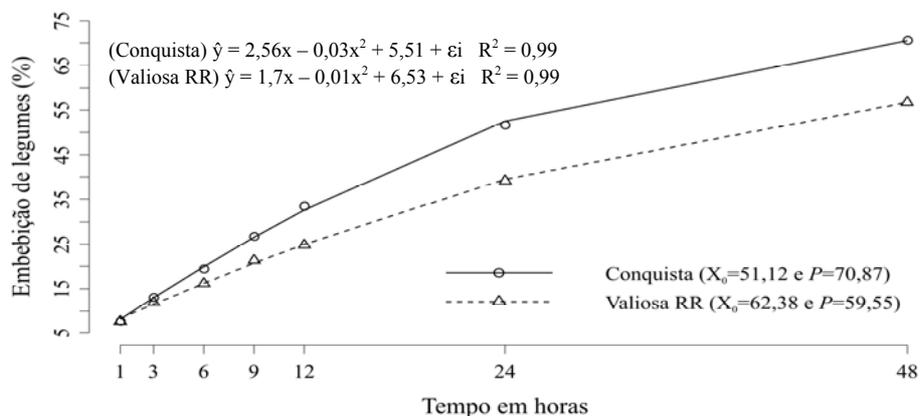


FIGURA 2 Valores médios (símbolos) e estimados (linhas), tempo médio de estabilização (X_0) e valor médio do peso no tempo X_0 (P) obtidos na análise de regressão para o percentual de embebição de legumes intactos de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

Contrastando-se as Figuras 1 e 2, observa-se que no processo de embebição de sementes há absorção inicial rápida de água, com posterior estabilização, de no máximo 13,54 horas, enquanto nos legumes intactos, houve resistência à entrada de água nas primeiras horas de embebição, tendo o tempo de estabilização dos mesmos, com exceção das cultivares Celeste e Baliza RR, ultrapassado 48 horas, o que mostra que o período de realização do teste não foi suficiente para a estabilização de embebição dos legumes. Dentre as cultivares avaliadas, assim como para a embebição de sementes, nas cultivares Jataí e Silvânia RR foram observados os menores percentuais finais de embebição de legumes, cerca de 52,25% e 42,26%, assim como os menores valores de embebição, em todos os períodos, quando comparados aos observados nas demais cultivares.

Assim como para sementes, não foi possível com os resultados deste trabalho, estabelecer uma associação entre a taxa de embebição de legumes e a

característica de transgenia nas cultivares de soja avaliadas.

Nos resultados da Tabela 6 verifica-se efeito significativo apenas para o índice de velocidade de hidratação (IVH) para as sementes das cultivares Conquista e Valiosa RR, não havendo diferenças entre as cultivares RR e convencional para as demais variáveis. Os valores médios para estas variáveis são apresentados na Tabela 7.

TABELA 6 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para as variáveis estudadas (I a VII) de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

	Conquista vs Valiosa RR		Celeste vs Baliza RR		Jataí vs Silvânia RR	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
I	-1,3810	0,0197*	0,5972	0,5948 ^{NS}	0,4572	0,8377 ^{NS}
II	1,1176	0,9751 ^{NS}	0,2783	0,9999 ^{NS}	-0,5900	0,9986 ^{NS}
III	-12,45	0,6760 ^{NS}	6,47	0,9714 ^{NS}	-12,15	0,6982 ^{NS}
IV	0,0025	0,9999 ^{NS}	-0,0025	0,9999 ^{NS}	0,0000	0,9999 ^{NS}
V	-0,0200	0,9999 ^{NS}	0,1525	0,9995 ^{NS}	0,3425	0,9779 ^{NS}
VI	0,0225	0,9999 ^{NS}	-0,6175	0,7875 ^{NS}	-1,1275	0,2222 ^{NS}
VII	-0,5725	0,8342 ^{NS}	0,5450	0,8600 ^{NS}	0,1400	0,9997 ^{NS}

(I) IVH de sementes, (II) IVH de legumes intactos, (III) percentagem final de embebição de sementes no teste de embebição de legumes intactos, (IV) Lignina em tegumento de sementes, (V) Lignina em legume, (VI) Lignina em caule, (VII) Lignina em folha. * Significativo a 1% de probabilidade pelo Teste Scheféé, ^{NS} não significativo.

Observou-se maior velocidade de hidratação das sementes para a cv transgênica Valiosa RR (5,23) quando comparada a cv convencional Conquista (3,84). No entanto, tais resultados se mostram contrários aos obtidos nos percentuais de embebição para estas cultivares, em que a cv Conquista mostrou-se, em determinados períodos, superior a cv Valiosa. Tais resultados de IVH se justificam uma vez que pelo cálculo do mesmo os incrementos de peso são multiplicados pelo período de embebição e, para a cv Valiosa, houve maiores acréscimos de embebição nos últimos períodos, 24 e 48 horas, que os

observados para a cultivar Conquista, o que acarretou em maior IVH para essa cultivar.

As cultivares RR e convencionais não se diferiram nos percentuais finais de embebição das sementes oriundas do teste de embebição de legumes, os quais, em média absorveram 70,69%, 86,22% e 72,15% do peso em água para os contrastes Conquista/Valiosa RR, Celeste/Baliza RR e Jataí/Silvânia RR, nas quais foram observados teores de água final de 41%, 46% e 41%, respectivamente (Tabela 7). Vale ressaltar, que estes teores de água final se concentraram abaixo dos obtidos ao final do teste de embebição de sementes, 64% para as cultivares Conquista e Valiosa RR e 61% para as demais cultivares, que demonstra o importante papel do legume na qualidade das sementes de soja, atuando como regulador da absorção de água.

Esta função reguladora dos legumes pode ser melhor visualizada para as cultivares Jataí e Silvânia RR, quando observados os resultados de qualidade fisiológica, obtidos nas safras verão e inverno (Capítulo 2) e os dados obtidos com a embebição de sementes e legumes intactos para ambas. Quando as sementes foram submetidas à testes de vigor caracterizados por imersão em água, como embebição de sementes, germinação após imersão em água e condutividade elétrica, se observaram os maiores percentuais de embebição nas primeiras horas do teste, além do menor número de plântulas normais após imersão e os mais altos valores de condutividade elétrica.

No entanto, quando submetidos aos demais testes de vigor, que não utilizavam embebição direta em água, as sementes dessas cultivares apresentaram alto vigor (Tabelas 20A à 22A), o que nos permite inferir que o tegumento das sementes das cultivares Jataí e Silvânia RR, apesar de apresentarem os maiores valores de lignina, não é o principal responsável pela manutenção da qualidade fisiológica das sementes, e que possivelmente, o legume é um importante aliado da semente, na manutenção da qualidade

fisiológica, atuando como regulador da absorção de água, principalmente durante o processo final de maturação. Estes resultados vem de encontro aos trabalhos de Braccini (1993), que sugere que o aumento da permeabilidade dos legumes está correlacionado com a redução da qualidade das sementes de soja, o que segundo Pereira et al. (1985), deveria ser melhor explorado em processos de melhoramento para alta qualidade de sementes.

Os resultados observados para os teores de lignina em caule, folha e legumes foram similares entre todos os materiais avaliados (Tabela 7).

TABELA 7 Médias dos contrastes obtidos para as variáveis estudadas (I a VII) de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

	Médias dos contrastes					
	Conquista vs Valiosa RR		Celeste vs Baliza RR		Jataí vs Silvânia RR	
I	3,84b	5,23 ^a	2,64 ^a	2,04a	1,30a	0,87 ^a
II	11,62a	10,50 ^a	10,38 ^a	10,10a	6,98a	7,57 ^a
III	64,47a	76,92 ^a	89,45 ^a	82,99a	66,08a	78,22 ^a
IV	0,26a	0,25 ^a	0,21 ^a	0,21a	0,39a	0,39 ^a
V	7,62a	7,64 ^a	7,92 ^a	7,77a	7,85a	7,51 ^a
VI	12,45a	12,43 ^a	12,09 ^a	12,71a	11,53a	12,66 ^a
VII	6,62a	7,19 ^a	5,88 ^a	5,33a	6,34a	6,20 ^a
VIII	39,07	43,27	45,19	47,01	39,68	43,60
IX	64,11	63,24	62,95	58,35	61,66	60,95

(I) IVH de sementes (gramas/hora), (II) IVH de legumes intactos (gramas/hora), (III) percentagem final de embebição de sementes no teste de embebição de legumes intactos (%), (IV) Lignina em tegumento de sementes (%), (V) Lignina em legume (%), (VI) Lignina em caule (%), (VII) Lignina em folha (%), (VIII) umidade final das sementes após o teste de embebição de legumes (%), (IX) umidade final das sementes após o teste de embebição de sementes (%). Letras minúsculas seguidas pela mesma letra na linha para cada contraste não diferem entre si pelo Teste Scheffé, a 5% de probabilidade.

Quanto aos teores de lignina no tegumento de sementes verificam-se maiores valores para as cultivares Jataí e Silvânia RR, quando comparadas com

as demais. No entanto, pelos resultados infere-se que a absorção de água pela semente não parece estar só associada com os teores de lignina, uma vez que nessas cultivares foram verificados os maiores percentuais de embebição nas primeiras horas do teste. Segundo Calero et al. (1981) cultivares de soja com absorção lenta de água podem possuir tegumentos com poros alongados e material ceroso embebido na epiderme, fato que torna o processo de embebição de água mais vagaroso, entretanto, tais características não foram avaliadas neste trabalho.

4 CONCLUSÕES

- Não são observadas diferenças entre os materiais RR e convencional para os teores de lignina em caule, folha, legume e tegumento de sementes.
- Não é possível estabelecer uma associação entre a taxa de embebição em sementes e legumes e a característica de transgenia nas cultivares de soja avaliadas.
- A embebição do legume está correlacionada com a qualidade fisiológica das sementes de soja.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLDT, A.F. **Relação entre os caracteres de qualidade da vagem e da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1984. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRACCINI, A. de L. e. **Avaliação da qualidade fisiológica da semente de variedades e linhagens de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento**. 1993. 109f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v.21, n.6, p.926-933, 1981.

CAPELETI, I.; FERRARESE, M.L.L.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FERRARESE FILHO, O. 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.

COGHLAN, A. **Splitting headache**: Monsanto's modified soya beans are cracking up in the heat. Saint Louis: Monsanto, 1999. Disponível em: <<http://www.mindfully.org/GE/Monsanto-RR-Soy-Cracking.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. Adoção e consumo no Brasil e no mundo. In: _____. **O que você precisa saber sobre transgênicos**. São Paulo, 2009. p.16-17.

COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; THOMAS, A.L.; ALBERTON, M. Variedades de soja diferem na velocidade e capacidade de absorver água. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.3, n.1/2, p.91-96, 2002.

EDMISTEN, K.L.; WELLS, R.; WILCUT, J.W. **Investigation of the cavitation and large boll shed in roundup ready cotton**. Disponível em: <<http://www.cottoninc.com/projects/summaries/2000ProjectSummaries/detail.asp?projectID=119>>. Acesso em: 12 mar. 2006.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.S. The effects of temperature, sand and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v.71, p.428-434, June 1958.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p.

KUIPER, H.A.; KLETER, G.A.; NOTEBORN, H.P.J.M.; KOK, E.J. Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. **The Plant Journal**, Oxford, v.27, n.6, p.503-528, 2001.

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

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.

MCDONALD, M.B.; VERTUCCI, C.W.; ROOS, E.E. Soybean seed imbibition: water absorption by seeds parts. **Crop Science**, Madison, v.28, n.6, p.993-997, Nov./Dec. 1988.

MCDUGALL, G.J.; MORRISON, I.M.; STEWART, D.; HILLMAN, J.R. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.70, n.2, p.133-150, Apr. 1996.

MIYAMOTO, Y. **Abrasem garante oferta de sementes, mas preço deve subir**. Disponível em:
<http://ultimosegundo.ig.com.br/economia/2008/05/13/abrasem_garante_oferta_de_sementes_mas_preco_deve_subir_1310334.html>. Acesso em: 15 out. 2008.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MARTINS, C.C.; COIMBRA, R. de A. Intensidade de dormência durante a maturação de sementes de mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.165-170, 2007.

NODARI, R.O.; DESTRO, D. **Relatório sobre a situação de lavouras de soja da região de Palmeira das Missões, RS, safra 2001/2002, cultivadas com cultivares convencionais e com cultivares transgênicas**. Disponível em:
<<http://www.agirazul.com.br/123/noticias/000000a3.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2006.

OMETO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525p.

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

PEREIRA, L.A.G.; HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; MAGALHÃES, C.V. Teste de metodologia para identificação de genótipos de alta qualidade fisiológica de sementes de soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja 1984/85**. Londrina, 1985. p.407-420. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 15).

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R, a language and environment for statistical computing**: reference index version 2.8.0. Vienna, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 maio 2009.

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

ROCHA, V.S.; OLIVEIRA, A.B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J.L.L.; SEDIYAMA, C.S.; PEREIRA, M.G. **A qualidade da semente de soja**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 76p. (Boletim de Extensão, 188).

RODRIGUES, M.B.C.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A.; CARVALHO, R. Pré-hidratação em sementes de soja e eficiência do teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.2, p.168-181, mar./abr. 2006.

SANTOS, E.L. dos; PÓLA, J.N.; BARROS, A.S. do R.; PRETE, C.E.C. 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, jan./fev. 2007.

SOUZA, L.V. de; RAMALHO, M.A.P.; PINHO, E.V. de R. von. Genetic parameters in relation to the physiological quality of common bean seeds. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.4, p.43-47, Mar. 2004.

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.

TAVARES, D.Q.; MIRANDA, M.A.C.; UMINO, C.Y.; DIAS, G.M. 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.

TOLEDO, M.Z. **Dano por embebição em sementes de soja em função do teor de água inicial, cultivar e local de produção**. 2008. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

TULLY, R.E. A new technique for measuring permeability of dry soybean pods to water. **Crop Science**, Madison, v.22, n.2, p.437-440, Aug. 1982.

YAKLICH, R.W.; CREGAN, P.B. Moisture migration into soybean pods. **Crop Science**, Madison, v.21, n.5, p.791-793, 1981.

CAPÍTULO 4: Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita

RESUMO

Sabe-se que a máxima qualidade fisiológica das sementes de soja é alcançada por ocasião da maturidade fisiológica, o que coincide com o máximo acúmulo de matéria seca, vigor e germinação. Uma vez que ocorram condições desfavoráveis após esta fase, danos podem resultar em prejuízos à qualidade fisiológica da semente, sendo a intensidade desses danos, variável com fatores genéticos, intrínsecos de cada cultivar. Têm-se levantado à hipótese de que cultivares de soja RR possuem teores de lignina superiores aos convencionais o que proporciona maior resistência a danos mecânicos e maior impermeabilidade do tegumento. O presente trabalho foi conduzido com objetivo de avaliar a qualidade fisiológica e o teor de lignina no tegumento das sementes de soja convencional e RR colhidas em três épocas, na região de Lavras - MG. Para tanto, as sementes colhidas nos estádios R7, R8 e após 20 dias de retardamento da colheita (R8+20), foram submetidas aos testes para avaliação da qualidade fisiológica e teor de lignina. As cultivares convencionais e RR avaliadas foram: BRS 133 vs BRS 245 RR, BRS 134 vs BRS 247 RR, Conquista vs Valiosa RR, Celeste vs Baliza RR e Jataí vs Silvânia RR cujas sementes foram provenientes do CNPSo e CPAC. Foram realizados os testes de peso de mil sementes, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, dano mecânico, índice de velocidade de emergência, germinação após a imersão das sementes em água e teor de lignina no tegumento de sementes. Com exceção do teor de lignina no tegumento de sementes para o contraste Jataí vs Silvânia RR, não foram observadas diferenças entre os materiais RR e convencional, tendo neste caso, a cv Silvânia RR apresentado resultados superiores aos da convencional. No entanto, houve diferença de comportamento entre os cultivares quanto à tolerância ao retardamento da colheita. Observou-se redução significativa na porcentagem de germinação e vigor das sementes avaliadas com o retardamento da colheita.

ABSTRACT

It is known that maximum physiological quality of soybean seeds is reached on the occasion of the physiological maturity, which coincides with the maximum dry matter accumulation, vigor and germination. Since favorable conditions occur after this phase, damages can result into losses of the seed physiological quality, the intensity of these damages being unsteady with the genetic factors, intrinsic to each cultivar. The hypothesis that the RR soybean cultivars possess lignin contents higher than those of the conventional ones, which provides increased resistance to mechanical damages and enhanced impermeability of the seed coat, has been raised. The present work was conducted with the purpose of evaluating the physiological quality and lignin content in the coat of the conventional and RR soybean seeds collected at three times in the region of Lavras-MG. So, the seeds collected at stages R7, R8 and after 20 days of collection delay (R8+20), were submitted to the tests for evaluating the physiological quality and lignin content. The evaluated conventional and RR cultivars were: BRS 133 vs BRS 245 RR, BRS 134 vs BRS 247 RR, BRS Conquista vs BRS Valiosa RR, BRS Celeste vs BRS Baliza RR and Jataí vs BRS Silvânia RR (coming from CNPSo and CPAC). The tests of 1000-seed weight, germination, accelerated aging, electrical conductivity, mechanical injury, emergence velocity index, germination after water seed soaking and lignin content in the coat seeds were performed. With the exception of the lignin content in the coat seeds for the contrast Jataí vs Silvânia RR, no differences between the RR and conventional materials were observed, RR cultivar having, in that case, presented results superior to those of the conventional one. Nevertheless, there was behavioral difference among the cultivars as to the tolerance to crop collection delay. Significant reduction was found in the evaluated germination percentage and vigor of the seeds evaluated with harvest delay.

1 INTRODUÇÃO

O período de viabilidade da semente é extremamente variável, dependendo tanto de características genéticas quanto de efeitos ambientais durante as fases de desenvolvimento, colheita, processamento e armazenamento. Uma vez que ocorram condições desfavoráveis em alguma dessas fases, danos fisiológicos podem resultar em prejuízos à qualidade das sementes, sendo a intensidade desses danos, variável com fatores genéticos, intrínsecos de cada cultivar.

A perda de qualidade das sementes no campo é frequente, principalmente durante a fase de maturação, o que tem motivado vários pesquisadores a enfatizar a possibilidade do uso da semente de tegumento com determinado grau de impermeabilidade a água (Gilioli & França Neto, 1982; Peske & Pereira, 1983; Hartwig & Potts, 1987). Segundo França Neto & Krzyzanowski (2003), metodologias, como o retardamento de colheita e a determinação do conteúdo de lignina no tegumento de sementes, podem ser utilizadas com sucesso em programas de melhoramento genético para a avaliação da qualidade das sementes de soja, o que tem propiciado o desenvolvimento de linhagens e cultivares com sementes de melhor qualidade, apresentando maior tolerância à deterioração no campo e no armazém.

Vários autores já relataram que cultivares e linhagens de soja comportam-se de forma diferenciada quanto ao grau de tolerância ao retardamento da colheita (Lin & Severo, 1982; Rocha, 1982; Boldt, 1984; Braccini et al., 1994, 2003). Em alguns trabalhos tem sido observado que cultivares de soja, consideradas portadores do caráter semente dura, mantiveram qualidade aceitável até 15 dias de retardamento de colheita, indicando que essa característica pode influenciar na manutenção da qualidade fisiológica das sementes (França Neto & Potts, 1979; Hartwig & Potts, 1987; Braccini, 1993).

Braccini (1993) identificou dentre cultivares com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento, algumas altamente promissoras em manter a qualidade fisiológica das sementes com o retardamento da colheita aos 15, 30 e 45 dias após R8, tendo apresentado os menores valores de embebição da semente e do legume. Este autor verificou tendência das sementes em aumentar a absorção de água com o retardamento da colheita, porém observaram diferenças neste aspecto entre as cultivares e linhagens estudadas, as quais foram relacionadas com a maior impermeabilidade do tegumento das sementes. No entanto, não foram identificadas neste trabalho as características do tegumento que possivelmente conferiram restrição à absorção de água, tais como teor de lignina.

Neste sentido, tem sido levantada a hipótese de que cultivares de soja geneticamente modificada para resistência ao herbicida glifosato tem apresentado maiores valores de lignina na planta quando comparadas a outras cultivares convencionais. Tal suspeita se baseia no fato de a alteração ter sido realizada no ciclo do ácido chiquímico, o mesmo utilizado pela planta para produção de lignina. No entanto, a pesquisa nessa área é bastante restrita, não existindo relatos de que contrastem cultivares convencionais e suas respectivas versões RR, essencialmente derivadas. Assim sendo, torna-se importante estudos também em sementes, uma vez que o acúmulo de lignina pode estar associado à qualidade fisiológica das mesmas.

Dentro deste contexto, objetivou-se estudar a qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas a diferentes épocas de colheita, assim como os teores de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de produção de sementes foi conduzido na safra de verão, ano agrícola 2007/08, no campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, em solo classificado como Latossolo Roxo distroférico, fase cerrado, sendo as análises e determinações realizadas no Laboratório Central de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura. A cidade de Lavras está situada a 21°14' de latitude sul, 45°00' de longitude W. Gr. e altitude de 918m. A região do Sul de Minas Gerais, de acordo com a classificação de Koppen, apresenta clima tipo Cwa (Ometo, 1981).

Os dados relativos à temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, registrados pela Estação Climatológica Principal de Lavras (MG) são apresentados na Figura 1.

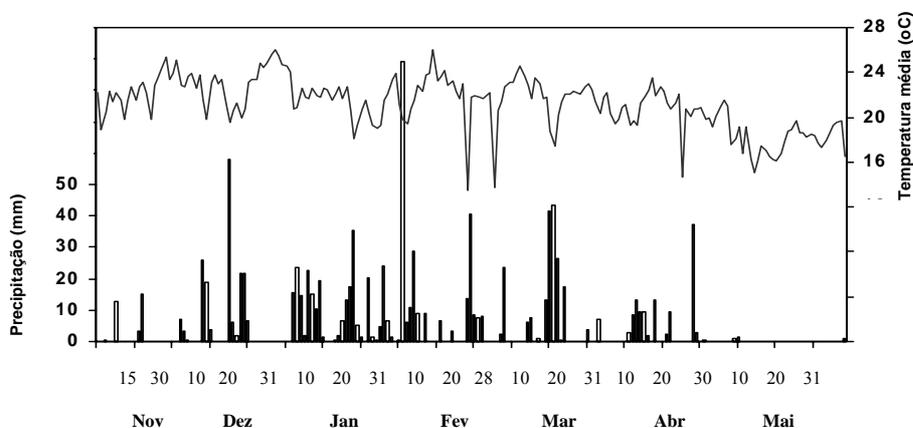


FIGURA 1 Variação diária da temperatura média do ar e pluviometria de Novembro de 2007 a Maio de 2008. Fonte: ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE LAVRAS - MG.

Utilizaram-se 10 cultivares de soja, cedidas pelas empresas Embrapa Soja (Londrina) e Embrapa Cerrados (DF), compreendendo 5 cultivares convencionais e suas versões transgênicas RR, essencialmente derivadas, conforme Tabela 1.

TABELA 1 Cultivares de soja convencional e a respectiva versão RR, e ciclos de produção utilizadas nos ensaios de produção de sementes, safra 2007/08.

Cvs convencionais	Ciclo	Cvs transgênicas RR	Ciclo
BRS MG 46 ‘Conquista’	Médio	BRS Valiosa RR	Médio
BRS ‘Jataí’	Semitardio	BRS Silvânia RR	Semitardio
BRS ‘Celeste’	Médio	BRS Baliza RR	Médio
BRS 133	Semiprecoce	BRS 245 RR	Semiprecoce
BRS 134	Semiprecoce	BRS 247 RR	Semiprecoce

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise de solo, e as interpretações segundo Ribeiro et al. (1999). As sementes foram tratadas com o fungicida Vitavax Thiram 200 SC, na dosagem de 250 ml/100kg de sementes, sendo após inoculadas com produto comercial turfoso, de maneira a garantir população mínima de 1.200.000 bactérias/semente. Por ocasião do desbaste, manteve-se a densidade de 16 plantas por metro linear, sendo os tratos culturais, quando necessários, realizados segundo recomendações para a cultura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 10 x 3, compreendendo 10 cultivares de soja e 3 épocas de colheita (R7, R8 e R8 + 20). Utilizaram-se unidades experimentais de 4 linhas de 6m, considerando-se as 2 linhas centrais como área útil. A colheita foi realizada manualmente considerando-se como épocas: R7 - quando mais de 90% dos legumes das plantas se encontravam no estágio R7 (Fehr & Caviness, 1977); R8 - quando mais de 90% dos legumes das plantas se encontravam no estágio R8 (Fehr & Caviness, 1977); e R8 + 20 - aproximadamente 20 dias após as plantas atingirem o estágio R8. Para os

estádios R7 e R8 as plantas foram secadas à sombra, até que as sementes atingissem teor de água próximo a 13%.

Para as análises e determinações foram utilizadas a mistura das sementes retidas nas peneiras de crivo circular 5,55mm e 6,35mm, sendo que para os testes fisiológicos as mesmas foram tratadas com o fungicida Vitavax Thiran 200 SC na dosagem de 250 ml/100 kg de sementes, com exceção do teste de condutividade elétrica.

Foram determinados o peso de 1000 sementes (Brasil, 1992), teor de lignina no tegumento das sementes (Capeleti et al., 2005), incidência de dano mecânico (Marcos Filho et al., 1987), germinação (Brasil, 1992), índice de velocidade de emergência – IVE (Edmond & Drapala, 1958), envelhecimento acelerado (Vieira et al., 1994), condutividade elétrica – CE (Vieira, 1994) e teste de imersão de sementes em água. Com exceção dos testes de germinação e envelhecimento acelerado, realizados com 400 sementes/tratamento, em todos os demais testes foram utilizados 200 sementes, conforme recomendações específicas.

Para o teste de imersão de sementes em água utilizou-se as sementes oriundas do teste de condutividade elétrica, acondicionadas 24 horas a 25°C em imersão completa em água, após o qual foram então submetidas ao teste de germinação, avaliando-se aos 4 dias o número de plantas normais e anormais deformadas enroladas.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software estatístico R (R Development Core Team, 2008). Inicialmente foi aplicado o teste F (Storck et al., 2000), e quando verificado efeito significativo dos tratamentos, realizou-se o teste de contraste de médias Scheffé para verificar diferenças entre as cultivares convencionais e transgênicas RR, e o teste de médias Scott-Knott para verificar a diferença entre as épocas de colheita.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo para cultivares e épocas de colheita, separadamente, para as variáveis peso de mil sementes, IVE e teor de lignina no tegumento de sementes, tendo as demais variáveis analisadas apresentado interação significativa entre estas fontes de variação (Tabelas 2, 3 e 4). Nas Tabelas 28A à 38 são apresentados os resumos da análise de variância para os caracteres estudados.

TABELA 2. Médias de germinação e envelhecimento acelerado (% de plântulas normais) de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Cultivares	Germinação			E. Acelerado		
	R7	R8	R8 + 20	R7	R8	R8 + 20
Celeste	94,75a	96,50a	95,50a	94,75a	97,50a	91,50a
Baliza RR	94,25a	93,00a	91,00a	91,50a	88,50a	84,00a
BRS 133	91,25a	93,00a	88,00a	91,25a	96,50a	87,50a
BRS 245 RR	91,75a	96,50a	90,50a	97,75a	99,50a	87,50b
BRS 134	91,75a	90,50a	79,00b	94,00a	95,00a	75,50b
BRS 247 RR	96,50a	98,50a	87,50b	94,00a	96,00a	87,00a
Conquista	85,75a	90,00a	78,00b	89,75a	88,50a	84,00a
Valiosa RR	89,75a	83,00a	84,50a	87,50a	92,00a	87,50a
Jataí	91,50a	89,00a	76,50b	93,25a	87,00a	64,00b
Silvânia RR	93,00a	91,50a	82,00b	92,50a	92,00a	71,00b

Médias seguidas de mesma letra na linha para cada determinação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Nos valores médios obtidos na contagem final do teste de germinação (Tabela 2) houve diferenças na qualidade fisiológica das sementes entre as diferentes épocas de colheita para as cultivares BRS 134, BRS 247 RR, Conquista, Jataí e Silvânia RR, com redução na viabilidade com o retardamento de colheita (R8 + 20). De forma semelhante, quando submetidas ao envelhecimento acelerado, as sementes das cultivares BRS 245 RR, BRS 134,

BRS Jataí e Silvânia RR também sofreram redução no vigor com o retardamento de colheita (Tabela 2).

Ao estudar a resposta de 15 genótipos de soja ao retardamento de colheita, Braccini et al. (2003) também observaram redução significativa na percentagem de germinação e vigor das sementes quando as mesmas foram submetidas à colheita 30 dias após o estágio R8 de desenvolvimento. Segundo diversos autores, a desidratação e hidratação cíclicas da semente, após a maturidade fisiológica, são apontadas como uma das principais causas da redução da qualidade fisiológica (Vieira et al., 1983; Costa, 1984; Tekrony et al., 1984).

Observa-se que os maiores decréscimos no vigor das sementes, avaliado por meio do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2), quando contrastados os valores observados quando do retardamento de colheita e as médias observadas nas sementes colhidas nos estádios R7 e R8, ocorreram para as cultivares Jataí e Silvânia RR, as quais apresentaram, em média, perdas de vigor de 40,82% e 29,93%, respectivamente, o que indica que nem sempre cultivares que apresentam alta qualidade de sementes quando colhidas próximo à maturidade fisiológica apresentam maior tolerância à deterioração com o retardamento de colheita, o que vem de encontro aos resultados observados por Braccini et al. (2003).

Vale ressaltar que dentre os materiais avaliados, com o retardamento de colheita, sementes das cultivares Jataí e Silvânia RR, colhidas no dia 20/04, foram as únicas que, durante os 20 dias que permaneceram no campo, foram submetidas a variações bruscas de temperatura a partir da primeira dezena desse mês, período este que coincidiu com as mais baixas temperaturas durante todo o ciclo, além da baixa umidade relativa do ar registrada neste período (Figura 1). Tais condições ambientais podem justificar a perda de qualidade dessas sementes com o retardamento da colheita, possivelmente em função da flutuação

de umidade relativa do ar entre o dia e a noite.

Os resultados médios de condutividade elétrica e índice de dano mecânico são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. Médias obtidas para condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) e dano mecânico (%) de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Cultivares	CE			DM		
	R7	R8	R8 + 20	R7	R8	R8 + 20
Celeste	77,01a	82,42a	94,76a	3,50a	2,50a	3,00a
Baliza RR	83,47b	90,86b	118,01a	3,00a	3,00a	6,00a
BRS 133	93,66b	82,61b	107,15a	3,00a	1,00a	2,00a
BRS 245 RR	94,79a	99,11a	97,37a	2,50a	2,50a	5,00a
BRS 134	86,81a	87,02a	97,65a	1,50a	1,50a	1,00a
BRS 247 RR	76,38a	85,18b	102,44b	1,50a	1,00a	3,50a
Conquista	93,87b	85,23b	118,25a	6,00b	4,50b	12,50a
Valiosa RR	98,15b	90,01b	112,56a	5,50a	4,50a	5,50a
Jataí	83,42b	88,43b	152,70a	2,50b	3,50b	16,00a
Silvânia RR	92,92b	89,61b	143,74a	4,50b	5,00b	15,00a

Médias seguidas de mesma letra na linha para cada determinação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Maiores valores de condutividade elétrica foram observados para a maioria das sementes das cultivares colhidas 20 dias após o estágio R8, com exceção da cultivar BRS 247 RR, na qual foi observada redução no vigor de sementes a partir do estágio R8 e das cultivares Celeste, BRS 245 RR e BRS 134, que não sofreram quaisquer alterações com a época de colheita. Segundo Domene (1992) a exposição alternada das sementes a chuva e a seca, principalmente durante o período de maturidade morfológica, provocam expansões e retrações do tegumento das sementes, ocasionando a desestruturação dos sistemas de membranas, e conseqüentemente, o aumento da permeabilidade, levando à deterioração das sementes.

Como a degradação das membranas celulares se constitui, hipoteticamente, no primeiro evento do processo de deterioração (Delouche & Baskin, 1973), testes que avaliam a integridade das membranas, como o teste de condutividade elétrica, seriam, teoricamente, os mais sensíveis para estimar o vigor das sementes, o que vêm de encontro aos obtidos neste trabalho, em que o referido teste se destacou ao detectar diferenças de viabilidade, entre as épocas de colheita, em sete das dez cultivares avaliadas.

Vale ressaltar que os valores de condutividade elétrica observados neste trabalho se situaram entre 77,01 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ e 98,15 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para a época de colheita R7, 82,42 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ e 99,11 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para a época de colheita R8 e 94,76 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ e 152,70 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para os 20 dias após R8, valores estes que demonstram a tendência crescente de lixiviados liberados pelas sementes com o retardamento de colheita. Paiva-Aguerro (1995) verificou que para sementes de soja, sob pequenas limitações para a germinação, a condutividade elétrica não pode ser superior a 90 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, sendo que os valores padrões de condutividade, segundo Vieira & Krzyzanowski (1999), devem ser até 70-80 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para lotes de sementes de soja de alto vigor, porém com forte tendência a apresentarem médio vigor.

Quando analisado o percentual de danos mecânicos em sementes (Tabela 3), observa-se para as cultivares Conquista (12,5%), Jataí (16,0%) e Silvânia RR (15,0%) os maiores valores com o retardamento de colheita, o que não foi observado para as demais cultivares estudadas.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da germinação das sementes submetidas ao teste de imersão em água. Pode-se observar que três das dez cultivares avaliadas diferenciaram-se quanto à percentagem de plântulas normais no teste de imersão, porém com respostas distintas. Em sementes da cv BRS 245 RR foram observados os menores valores de germinação quando colhidas em R8, nas da cv BRS 247 RR houve redução de germinação quando colhida em R8

e R8 + 20 e por fim nas da cv Silvânia RR verificou-se menor poder germinativo quando colhida em R7 e R8. Vários autores enfatizam que cultivares e linhagens de soja comportam-se diferentemente quanto ao grau de tolerância ao retardamento da colheita (Lin & Severo, 1982; Rocha, 1982; Boldt, 1984), indicando que esse caráter pode influenciar na manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

TABELA 4 Médias obtidas para germinação após imersão em água – G (% de plântulas normais e anormais enroladas) de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Cultivares	G Imersão (normais)			G Imersão (anormais)		
	R7	R8	R8 + 20	R7	R8	R8 + 20
Celeste	62,50a	70,50a	62,00a	20,00a	14,50a	11,00a
Baliza RR	50,00a	46,50a	44,50a	17,50a	24,00a	12,00a
BRS 133	55,00a	49,50a	43,50a	14,50b	26,00a	17,00b
BRS 245 RR	46,00a	22,50b	43,50a	19,00a	17,00b	32,00b
BRS 134	51,00a	47,50a	36,00a	26,00a	26,50a	23,00a
BRS 247 RR	63,00a	50,50b	41,00b	15,50b	32,00a	23,00b
Conquista	38,00a	33,00a	35,00a	10,50a	6,00a	1,00a
Valiosa RR	35,50a	25,50a	36,00a	9,00a	4,50a	3,50a
Jataí	20,50a	29,50a	26,00a	32,00a	41,50a	2,50b
Silvânia RR	21,50b	28,50b	40,50a	30,00a	26,00a	1,50b

Médias seguidas de mesma letra na linha para cada determinação não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Quando observados os dados de percentagem de plântulas anormais deformadas, caracterizadas por enrolamento de raiz, típico de dano por embebição rápida, observou-se um menor número de plântulas anormais em função dos maiores números de sementes mortas com o retardamento de colheita (Tabela 6). Giurizatto et al. (2003), afirmam que sementes deterioradas embebem mais rapidamente, e, por conseguinte, são propensas a maiores danos por embebição, o que vem de encontro aos resultados obtidos neste trabalho.

Segundo Alpert & Oliver (2002) as membranas celulares possuem dois estados principais, um mais fluido ou “cristalino líquido” e outro menos fluido ou “gel”, permanecendo, quando organizadas, na fase cristalina. Em uma semente seca, as membranas se encontram na fase de gel e, portanto, não constituem barreira eficiente para conter a liberação de solutos. Quando as sementes são expostas à embebição rápida, a água penetra antes que a membrana possa ser revertida para a fase cristalina líquida, ocorrendo danos às células; assim, a transição entre essas duas fases na configuração da membrana constitui a causa fundamental das possíveis injúrias durante a embebição de sementes.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados para os contrastes e suas estimativas de contraste quando avaliados os teores de lignina no tegumento de sementes de soja.

TABELA 5 Contrastes e estimativas de contraste (EC) para teor de lignina em tegumento de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Contrastes	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	-0,0183	0,9999 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	-0,0442	0,9745 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	-0,1158	0,0455*
BRS 133 vs BRS 245 RR	0,0075	0,9999 ^{NS}
BRS 134 vs BRS 247 RR	-0,0125	0,9999 ^{NS}

* Significativo a 5% de significância; ^{NS} Não significativo pelo Teste Scheffé.

Para os teores de lignina pode-se observar efeito significativo ($P < 0,05$) dos contrastes somente para as cultivares Jataí e Silvânia RR. Na Tabela 6 são apresentados os valores médios para peso de mil sementes, teor de lignina em tegumento de sementes e IVE.

TABELA 6 Médias obtidas para peso de 1000 sementes (g), teor de lignina no tegumento de sementes - LT (%), IVE (dias) de sementes, N° de sementes mortas no teste de imersão em água de cultivares de soja, safra 2007/08.

Épocas	P1000	LT	IVE
R7	15,46a	0,2685a	7,15 ^a
R8	15,09b	0,2385b	7,17 ^a
R8 + 20	15,14b	0,2615a	7,35b
Cultivares			
Jataí		0,3008b	
Silvânia RR		0,4167a	
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.			
Número de sementes mortas**			
	R7	R8	R8 + 20
Celeste	05	04	08
Baliza RR	07	07	14
BRS 133	08	04	11
BRS 245 RR	04	10	03
BRS 134	04	05	08
BRS 247 RR	05	02	08
Conquista	14	20	19
Valiosa RR	16	22	20
Jataí	10	07	28
Silvânia RR	10	09	22

** Dados não analisados estatisticamente.

Maior teor de lignina foi observado no tegumento de sementes colhidas no estádio R7 e R8 + 20, assim como para cv Silvânia RR, quando contrastada com a sua versão convencional Jataí. Estas diferenças entre as épocas de colheita não são explicáveis biologicamente, tendo, possivelmente, sido detectadas em função do baixo coeficiente de variação (CV) obtido para esta variável. Para peso de mil sementes observou-se que as sementes colhidas em R8 e R8 + 20 diferenciaram-se estatisticamente da época R7, a qual apresentou os maiores valores para esta variável, provavelmente em função da maior respiração e conseqüente perda de matéria seca nos estádios posteriores.

Observa-se que uma menor velocidade de emergência foi verificada em sementes colhidas no estádio R8 + 20, em relação a observada nas colhidas nos

estádios R7 e R8 (Tabela 6), o que vem de encontro aos resultados obtidos com o teste de germinação.

4 CONCLUSÕES

- O teor de lignina no tegumento de sementes varia somente entre as cultivares Jataí vs Silvânia RR.
- Há diferenças de comportamento entre os cultivares quanto à tolerância ao retardamento da colheita.
- O retardamento de colheita resulta em reduções nos valores de germinação e vigor das sementes.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPERT, P.; OLIVER, M.J. Drying without dying. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (Ed.). **Desiccation and survival in plants: drying without dying**. Wallingford: CABI, 2002. p.4-43.

BOLDT, A.F. **Relação entre os caracteres de qualidade da vagem e da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1984. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRACCINI, A. de L. e. **Avaliação da qualidade fisiológica da semente de variedades e linhagens de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento**. 1993. 109f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRACCINI, A. de L. e; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, F.E.I.; PELEGRINELLO, S.R. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento de colheita. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.449-457, mar./abr. 2003.

BRACCINI, A. de L. e; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.195-200, mar./abr. 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MA/SNDA/DNDV/CLV, 1992. 365p.

CAPELETI, I.; FERRARESE, M.L.L.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FERRARESE FILHO, O. 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.

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. 146f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

DOMENE, M. de P. **Fatores determinantes de descartes de sementes de soja (Glycine max L. Merrill) produzidas no Estado de Minas Gerais**. 1992. 56f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.S. The effects of temperature, sand and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v.71, p.428-434, June 1958.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p.

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Estratégias do melhoramento para produção de sementes de soja no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS: MELHORAMENTO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE SEMENTES NO BRASIL, 7., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. Disponível em:
<<http://www.nucleoestudo.ufla.br/gen/eventos/simposios/7simpo/resumos/20036.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2006.

FRANÇA NETO, J. de B.; POTTS, H.C. Efeitos da colheita mecânica e da secagem artificial sobre a qualidade da semente dura em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.2, p.64-77, 1979.

GILIOLI, 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., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. v.1, p.601-609. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 1).

GIURIZATTO, M.I.K.; OUZA, L.C.F.; ROBAINA, A.D.; GONÇALVES, M.C. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p.771-779, jul./ago. 2003.

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, May/June 1987.

LIN, S.S.; SEVERO, J.L. Efeito e atraso da colheita sobre a qualidade da semente e rendimento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agronomia Sulriogradense**, Porto Alegre, v.18, n.1, p.37-46, 1982.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. da. **Avaliação da qualidade da semente**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

OMETO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525p.

PAIVA-AGUERO, J.A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja no campo**. 1995. 92f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PESKE, S.T.; PEREIRA, L.A.G. Tegumento da semente de soja. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v.6, n.1/2, p.23-34, 1983.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R, a language and environment for statistical computing**: reference index version 2.8.0. Vienna, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

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

ROCHA, V.S. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em três épocas de colheita**. 1982. 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; BALLE, J.; TOMES, L.; STUCKEY, R.E. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis* sp. Seed infection. **Crop Science**, Madison, v.24, n.1, p.189-193, 1984.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132, 164p.

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

VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.30, n.172, p.408-418, 1983.

**CAPÍTULO 5: Lignificação da planta e qualidade fisiológica de sementes
de soja RR e convencional submetidas a pulverização com herbicida
glifosato**

RESUMO

Diferenças nos teores de lignina na planta, entre cultivares transgênicas RR e convencionais, tem sido relatadas por vários autores. Neste sentido, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja transgênica RR e os teores de lignina de plantas submetidas à pulverização com o herbicida glifosato. Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação e em campo, no município de Lavras, MG, no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. O ensaio de produção de sementes foi conduzido em experimento de campo e casa de vegetação, na safra 2007/08. O delineamento utilizado em campo foi o de parcelas subdivididas com 4 repetições, considerando-se como parcelas os tratamentos capina e herbicida glifosato e como subparcelas 5 cultivares RR de soja. No ensaio de casa de vegetação foi utilizado as cultivares BRS 245 RR e Valiosa RR e no ensaio de campo as cultivares BRS 245 RR, BRS 247 RR, Valiosa RR, Silvânia RR e Baliza RR. As pulverizações foram realizadas nos estádios de desenvolvimento V3, V7 e início de R5, na dosagem de 3l/ha. Determinou-se o peso de 1000 sementes, teor de lignina no tegumento das sementes, no caule e legumes, dano mecânico, germinação e índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e teste de imersão de sementes em água. Neste trabalho não houve efeito das pulverizações com o herbicida glifosato na qualidade fisiológica de sementes e nos teores de lignina na planta.

ABSTRACT

Evaluating the physiological quality of RR transgenic soybean seeds and the lignin contents of plants submitted to spraying with herbicide glyphosate was intended. The assays were conducted both in greenhouse and field in the town of Lavras, MG. The seed production assay was conducted in the 2007/08 crop, in the experimental area of the Agriculture Department of the Federal University of Lavras. The utilized design was that of split plot with four replicates, considering as plots the treatments clearing and herbicide glyphosate and as subplots five RR soybean cultivars. The sprayings were achieved at stages V3, V7 and early R5. The 1000 seed weight, lignin content in the seed coat, in the stem and legumes, mechanical injury, germination and germination velocity index, emergence velocity index, accelerated aging, electrical conductivity and water soaking seed test were determined. In this work, there were no effects of the sprayings with the herbicide glyphosate upon the physiological quality of seeds and on the lignin contents in the plant.

1 INTRODUÇÃO

O advento da soja transgênica, tolerante ao herbicida Roundup Ready® (RR), revolucionou o mercado de soja mundial, sendo autorizado seu cultivo definitivo no Brasil, em 2005, com a Nova Lei de Biossegurança. Com a introdução da seqüência CP4 EPSPS no genoma de cultivares de soja comerciais, a qual confere tolerância ao ingrediente ativo glifosato, é produzida a proteína CP4 enolpiruvilxiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), enzima que participa da biossíntese de aminoácidos aromáticos em plantas e microrganismos. No caso de cultivares convencionais, a inibição dessas enzimas pelo glifosato, presentes na via de ácido chiquímico, leva a uma deficiência na produção de aminoácidos essenciais e conseqüente morte das plantas, o que não acontece nas cultivares RR.

No entanto, diferenças nos teores de lignina na planta, entre cultivares transgênicas RR e convencionais, estão sendo relatadas por vários autores (Coghlan, 1999; Gertz Junior et al., 1999; Kuiper et al., 2001; Edmisten et al., 2006; Nodari & Destro, 2006). Segundo Coghlan (1999), esta superprodução de lignina na soja resistente ao herbicida, 20% segundo Kuiper et al. (2001), estaria ocasionando rachaduras no caule devido ao enrijecimento das plantas sob condições de altas temperaturas, problema já detectado em lavouras de soja transgênica nos E.U.A. e no Rio Grande do Sul (Nodari & Destro, 2006).

Embora a causa exata do comportamento da lignina neste mecanismo ainda seja desconhecida (Coghlan, 1999), possivelmente as alterações dos teores na planta sejam devido ao fato dos precursores da molécula de lignina serem formados no ciclo do ácido chiquímico, que é inibido pelo herbicida glifosato em plantas convencionais. No entanto, são escassos os estudos relacionando a quantificação nos teores de lignina em cultivares de soja transgênicas RR, mediante a utilização do herbicida glifosato. Caso seja confirmada essa resposta

diferencial, torna-se muito importante esse estudo também em sementes, uma vez que o acúmulo de lignina poderia estar associado à qualidade fisiológica de sementes. Além dessas informações há necessidade de estudar o efeito do próprio herbicida sobre essas características, para que o efeito do gene introduzido seja estudado isoladamente.

Dentro deste contexto, objetivou-se estudar o efeito de pulverizações com o herbicida glifosato sobre a qualidade fisiológica de sementes e os teores de lignina em caule, legumes e tegumento de sementes de soja de cultivares transgênicas RR.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos 2 ensaios, um em campo e outro em casa de vegetação. O ensaio de produção de sementes de campo foi conduzido em safra verão, ano agrícola 2007/08, no campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em solo classificado como Latossolo Roxo distroférico, fase cerrado, sendo as análises e determinações realizadas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura. O ensaio em casa de vegetação foi conduzido neste mesmo ano, porém em estufa com temperatura controlada para 27°C. A cidade de Lavras está situada a 21°14' de latitude sul, 45°00' de longitude W. Gr. e altitude de 918m. A região do Sul de Minas Gerais, de acordo com a classificação de Koppen, apresenta clima tipo Cwa (Ometo, 1981).

Os dados relativos à temperatura e precipitação pluviométrica, registrados na Estação Climatológica Principal de Lavras (MG) são apresentados na Figura 1. Utilizaram-se no ensaio de casa de vegetação as cultivares BRS Valiosa RR e BRS 245 RR. Para o ensaio de campo avaliaram-se 5 cultivares transgênicas RR de soja, cedidas pelas empresas Embrapa Soja (Londrina) e Embrapa Cerrados (DF), conforme Tabela 1.

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise de solo, e as interpretações segundo Ribeiro et al. (1999). Por ocasião do plantio as sementes foram tratadas com o fungicida Vitavax Thiram 200 SC, na dosagem de 250 ml/100kg de sementes, sendo após inoculadas com produto comercial turfoso, de maneira a garantir população mínima de 1.200.000 bactérias/semente. Por ocasião do desbaste, em campo, manteve-se densidade de 16 plantas por metro linear, sendo os tratos culturais, quando necessários, realizados segundo recomendações para a cultura.

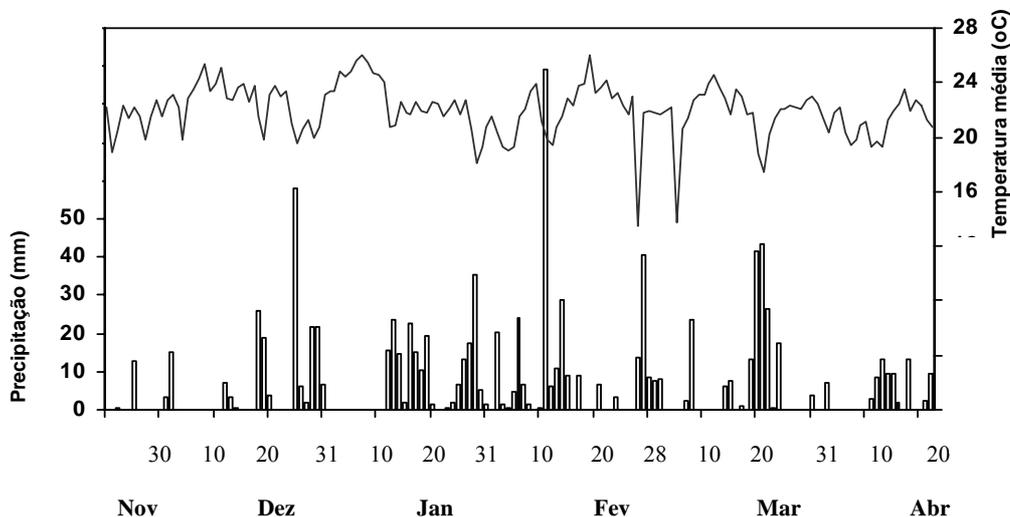


FIGURA 1 Variação diária da temperatura média do ar e pluviosidade de Novembro de 2007 a Abril de 2008. Fonte: ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE LAVRAS - MG.

O delineamento experimental utilizado em campo foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas com 4 repetições, sendo consideradas como parcelas os tratamentos conduzidos com capina e herbicida e, como subparcelas, as cultivares de soja. Foram utilizadas unidades experimentais de 4 linhas de 6m, considerando-se as 2 linhas centrais como área útil. Nas parcelas em que o controle de plantas daninhas foi realizado com o herbicida utilizou-se o produto comercial Roundup Ready®, princípio ativo glifosato, na dosagem de 3l/ha, sendo realizadas 3 pulverizações nos estádios de desenvolvimento V3, V7 e início de R5, segundo Fehr & Caviness (1977).

A colheita foi realizada manualmente quando as plantas se encontravam entre os estádios R7 e R8, segundo Fehr & Caviness (1977), sendo após secadas à sombra, até que as sementes atingissem teor de água próximo a 13%. Para as análises e determinações foram utilizadas a mistura das sementes retidas nas peneiras de crivo circular 5,55mm e 6,35mm, sendo que para os testes

fisiológicos as mesmas foram tratadas com o fungicida Vitavax Thiran 200 SC na dosagem de 250 ml/100 kg de sementes, com exceção do teste de condutividade elétrica.

TABELA 1 Cultivares transgênicas RR de soja e os respectivos ciclos de produção utilizadas nos ensaios de produção de sementes, verão 2007/08.

Cultivares RR	Ciclo de produção
BRS Valiosa RR	Médio
BRS Silvânia RR	Semitardio
BRS Baliza RR	Médio
BRS 245 RR	Semiprecoce
BRS 247 RR	Semiprecoce

Para o ensaio em casa de vegetação Utilizou-se o fatorial 2 x 2 (2 cultivares e 2 tratamentos, com e sem pulverização), com 4 repetições por tratamento, sendo os vasos dispostos em 4 blocos. Foram realizadas 3 pulverizações na dosagem de 3l/ha de glifosato nos estádios de desenvolvimento V3, V7 e início de R5, segundo Fehr & Caviness (1977).

Foram determinados o peso de 1000 sementes (Brasil, 1992), os teores de lignina no tegumento das sementes, no caule das plantas e legumes (Capeleti et al., 2005), incidência de dano mecânico (Marcos Filho et al., 1987), germinação (Brasil, 1992), índice de velocidade de emergência – IVE (Edmond & Drapala, 1958), envelhecimento acelerado (Vieira et al., 1994), condutividade elétrica – CE (Vieira, 1994) e teste de germinação após a imersão de sementes em água. Com exceção dos testes de germinação e envelhecimento acelerado, realizados com 400 sementes/tratamento, em todos os demais utilizou-se 200 sementes, conforme recomendações específicas.

Durante o teste de germinação determinou-se 2 índices de velocidade de germinação (IVG), segundo Edmond & Drapalla (1958), no qual utilizou-se como padrão plântulas com raiz principal ≥ 3 cm de comprimento (IVG 1) e

plântulas com raiz principal ≥ 3 cm de comprimento que continham pelo menos 2 raízes secundárias (IVG 2). Para o teste de imersão de sementes em água utilizou-se as sementes oriundas do teste de condutividade elétrica, acondicionadas 24 horas a 25°C em submersão completa em água, após o qual as sementes foram submetidas ao teste de germinação, avaliando-se aos 4 dias o número de plantas normais e anormais deformadas enroladas.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software estatístico R (R Development Core Team, 2008). Inicialmente foi aplicado o teste F (Storck et al., 2000), e quando verificado efeito significativo dos tratamentos, realizado o teste de contraste de médias Scheffé entre os tratamentos com x sem pulverização (ensaio em casa de vegetação) e capina x herbicida (ensaio de campo), e o teste de médias Scott-Knott entre as cultivares de soja.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os resultados médios para as variáveis analisadas nos ensaios de campo e casa de vegetação, respectivamente, quando as plantas de soja foram submetidas à pulverização com herbicida glifosato. Nas Tabelas 39A à 48A são apresentados os resumos da análise de variância para os caracteres estudados em ambos os ensaios, casa de vegetação e campo.

TABELA 2 Médias de germinação (% de plântulas normais), Índice de velocidade de germinação – IVG 1 (% de plântulas com raiz principal \geq 3cm de comprimento), Índice de velocidade de germinação – IVG 2 (% de plântulas com raiz principal \geq 3cm de comprimento que continham pelo menos 2 raízes secundárias), Índice de velocidade de emergência – IVE (dias), Envelhecimento acelerado – EA (% de plântulas normais), Peso de mil sementes – P1000 (g), Condutividade elétrica – CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), Germinação após imersão (% de plântulas normais e anormais enroladas), Teor de lignina no tegumento, legume e caule (%), Dano mecânico – DM (%) de sementes de cultivares de soja transgênica RR submetidas a capina e pulverização com herbicida glifosato, safra 2007/08, ensaio de campo.

Cultivares	Germinação		IVG 1		IVG 2	
	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida
BalizaRR	93,50 ^a	96,50a	2,58 ^a	2,48a	12,71a	13,61a
BRS 245RR	89,00a	93,50a	2,52 ^a	2,49a	12,20a	13,07a
BRS 247RR	96,50 ^a	97,75a	2,61 ^a	2,61a	13,43a	12,91a
SilvâniaRR	93,00a	93,00a	2,59 ^a	2,63a	20,23a	18,50a
ValiosaRR	86,00a	89,00a	2,70 ^a	2,66a	14,62a	13,35a

Cultivares	IVE		Env. Acelerado		P1000	
	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida
BalizaRR	7,07a	7,14a	88,00a	90,50a	14,51a	14,75a
BRS 245RR	7,24a	7,12a	97,00a	95,50a	14,20a	13,98a
BRS 247RR	7,19a	7,07a	94,50a	91,50a	13,88a	13,61a

Continua...

TABELA 2 Continuação.

Cultivares	IVE		Env. Acelerado		P1000	
	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida
SilvâniaRR	7,44a	7,00a	87,00a	88,00a	13,87a	13,97a
ValiosaRR	7,42a	7,39a	84,50 ^a	83,50a	17,49a	17,64a
Cultivares	DM		Imersão Normais		Imersão Anormais	
	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida
BalizaRR	0,75a	0,75a	57,00a	59,50a	23,50a	21,00a
BRS245RR	1,00a	0,00a	26,50 ^a	35,50a	26,50a	21,00a
BRS247RR	0,75a	1,75a	59,00a	49,50a	30,00a	35,00a
SilvâniaRR	3,00a	2,00a	28,50 ^a	19,00a	28,00a	24,50a
ValiosaRR	2,00a	2,25a	32,50 ^a	34,50a	6,00a	8,00a
Cultivares	Lignina Tegumento		Lignina legume		Lignina Caule	
	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida	Capina	Herbicida
BalizaRR	0,24a	0,23a	8,66 ^a	8,09a	12,71a	13,61a
BRS 245RR	0,19a	0,19a	8,41 ^a	7,81a	12,20a	13,07a
BRS 247RR	0,20a	0,20a	9,26 ^a	8,57a	13,43a	12,91a
SilvâniaRR	0,29a	0,30a	9,61 ^a	9,03a	20,23a	18,50a
ValiosaRR	0,27a	0,30a	7,87 ^a	7,70a	14,62a	13,35a
Cultivares	CE					
	Capina			Herbicida		
BalizaRR	61,0a			48,0b		
BRS 245RR	69,0a			70,0a		
BRS 247RR	52,0b			70,0a		
SilvâniaRR	69,0a			69,0a		
ValiosaRR	46,0a			40,0a		

Médias seguidas de mesma letra na linha, para cada determinação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

TABELA 3 Médias de germinação (% de plântulas normais), Índice de velocidade de germinação – IVG 1 (% de plântulas com raiz principal \geq 3cm de comprimento) e IVG 2 (% de plântulas com raiz principal \geq 3cm de comprimento que continham pelo menos 2 raízes secundárias), Envelhecimento acelerado – EA (% de plântulas normais), Teor de lignina no tegumento (%) de sementes de cultivares de soja transgênica RR submetidas a pulverização com herbicida glifosato, safra 2007/08, ensaio de casa de vegetação.

Cultivares	Germinação		IVG 1		IVG 2	
	Test.	Herbicida	Test.	Herbicida	Test.	Herbicida
Valiosa RR	91,0a	89,50a	2,66 ^a	2,66a	4,18a	4,20a
BRS 245 RR	94,25a	93,75a	2,49 ^a	2,34a	4,10a	4,12a

Cultivares	Lignina Tegumento		Env. Acelerado	
	Test.	Herbicida	Test.	Herbicida
Valiosa RR	0,33 ^a	0,26 ^a	98,75a	97,50a
BRS 245 RR	0,21 ^a	0,22 ^a	98,50a	96,75a

Médias seguidas de mesma letra na linha, para cada determinação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Como pode ser observado nas Tabelas 2 e 3 as pulverizações com o herbicida glifosato não alteraram a qualidade fisiológica das sementes de soja nem os teores de lignina na planta. No entanto, foi observado efeito significativo para a interação cultivar vs tratamentos, quando avaliado os valores de condutividade elétrica das sementes produzidas em campo (Tabela 2).

Pode-se observar que nas sementes das cultivares BRS 245 RR, Silvânia RR e Valiosa RR não houve alteração nos valores de condutividade elétrica quando foram realizadas pulverizações com o herbicida glifosato. No entanto, nas cultivares Baliza RR e BRS 247 RR esses valores foram reduzidos e aumentados, respectivamente, quando realizadas as mesmas pulverizações.

Tal resposta diferencial, possivelmente, pode ser explicada pela diferente capacidade dos genes inseridos nas cultivares RR em expressar tolerância ao herbicida glifosato, que segundo Lacerda & Matallo (2008) pode

ou não ocorrer de forma homogênea entre cultivares e, até mesmo, dentro da mesma cultivar, além de outros fatores inerentes a genética de cada cultivar. Vale ressaltar que, como a degradação das membranas celulares se constitui, hipoteticamente, no primeiro evento do processo de deterioração (Delouche & Baskin, 1973), testes como o de condutividade elétrica que avaliam a integridade das membranas, são, teoricamente, mais sensíveis para estimar o vigor das sementes, o que possivelmente, aliado as afirmativas de Lacerda & Matallo (2008), explicariam as alterações somente nos valores de condutividade.

A ausência de resposta significativa para os tratamentos com capina e pulverização com o herbicida glifosato indica que os mesmos não influenciaram a qualidade fisiológica das sementes, nem os teores de lignina nas plantas de soja. Segundo Cole & Cerdeira (1982) o bloqueio da rota do chiquimato, devido à ação do glifosato, leva ao acúmulo de ácido chiquímico com muitas implicações fisiológicas e ecológicas, que de acordo com Duke & Hoagland (1985) e Becerril et al. (1989) podem resultar em síntese de ácido indol acético de outros hormônios vegetais, síntese de clorofila, síntese de fitoalexinas e lignina, síntese de proteínas, afetar a fotossíntese, respiração, transpiração, permeabilidade de membranas e outros mais fatores.

No entanto, quando comparados os resultados obtidos entre as diferentes cultivares de soja RR, observou-se diferenças significativas para a maioria das variáveis analisadas, com exceção do EA, obtido com as sementes produzidas em casa de vegetação (Tabela 4) e dos IVE e IVG 1 (Tabela 5 e 6), obtidos com sementes produzidas no ensaio de campo, mostrando a resposta diferencial destas cultivares.

TABELA 4 Médias de germinação – G (% de plântulas normais), Envelhecimento acelerado – EA (% de plântulas normais), Teor de lignina em tegumento de sementes – LT (%) e Índices de velocidade de germinação – IVG 1 e IVG 2 (dias) de sementes das cultivares de soja Valiosa RR e BRS 245 RR, 2007, ensaio de casa de vegetação.

Cultivares	Médias				
	G	EA	LT	IVG 1	IVG 2
Valiosa RR	90,25b	98,12 ^a	0,30a	2,66b	4,19b
BRS 245 RR	94,00a	97,62 ^a	0,22b	2,42a	4,11a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

No ensaio de casa de vegetação, observou-se que a cultivar BRS 245 RR mostrou-se superior a cultivar BRS Valiosa RR, quando analisadas a qualidade fisiológica das sementes pelos valores de germinação, IVG 1 e IVG 2. No entanto, não foi possível relacionar, neste ensaio, qualidade e teor de lignina no tegumento de sementes, uma vez que para esta variável a cultivar Valiosa RR apresentou-se estatisticamente superior a cv BRS 245 RR.

TABELA 5 Médias de germinação – G (% de plântulas normais), envelhecimento acelerado – EA (% de plântulas normais), germinação após imersão – INorm. (% de plântulas normais) e IAnorm. (% de plântulas anormais enroladas), Índice de velocidade de emergência - IVE (dias), Dano mecânico – DM (%), Peso de mil sementes – P1000 (g) de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08, ensaio de campo.

Cultivares	Médias						
	G	EA	INorm.	IAnorm.	IVE	DM	P1000
Valiosa RR	97,13a	87,50c	33,50b	7,00c	5,00a	2,13a	17,57a
Baliza RR	95,00a	95,00a	58,25 ^a	22,25b	1,00a	0,75b	14,63b
BRS 245 RR	93,00a	91,25b	31,00b	23,75b	2,00a	0,50b	14,09c
Silvânia RR	91,25b	93,00a	23,75b	26,25b	4,00a	2,50a	13,92c
BRS 247 RR	87,50c	97,13a	54,25 ^a	32,50a	3,00a	1,25b	13,74c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

TABELA 6 Médias de teor de lignina em tegumento de sementes – LT (%), lignina em legume – LL (%), lignina em caule – LC (%), e índices de velocidade de germinação – IVG 1 e IVG 2, de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08, ensaio de campo. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de

Cultivares	Médias				
	LT	LL	LC	IVG 1	IVG 2
Valiosa RR	0,28a	7,78d	13,98b	2,68a	4,10a
Baliza RR	0,23b	8,37c	13,16b	2,53a	4,10a
BRS 245 RR	0,19b	8,11c	12,63b	2,50a	4,08a
Silvânia RR	0,30a	9,32a	19,36a	2,61a	4,05a
BRS 247 RR	0,20b	8,92b	13,17b	2,61a	4,31b

Scott-Knott a 5%de significância.

No ensaio de campo, de forma semelhante, as variáveis peso de mil sementes, contagem final da germinação, envelhecimento acelerado, germinação após o teste de imersão em água (plântulas normais e anormais deformadas enroladas), IVG 2, índice de dano mecânico e teor de lignina em caule, tegumento de sementes e legumes se diferenciaram somente quando analisados os valores entre as cultivares de soja estudadas (Tabela 5 e 6). De maneira geral, as cultivares apresentaram diferentes respostas, quando submetidas aos diferentes teste de vigor e quantificação nos teores de lignina, resposta esta já esperada, em função da grande variabilidade genética existente entre as cultivares. Mais uma vez não foi possível relacionar, neste ensaio, qualidade fisiológica de sementes e teor de lignina no tegumento de sementes.

4 CONCLUSÕES

- Há resposta diferencial para os valores de condutividade elétrica das sementes quando as plantas de diferentes cultivares de soja são submetidas à pulverização com o herbicida glifosato.
- Não há diferença nos teores de lignina no caule, no legume e no tegumento das sementes de soja nas cultivares avaliadas, quando aplicado o herbicida glifosato via pulverização.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECERRIL, J.M.; DUKE, S.O.; LYDON, J. Glyphosate effects on shikimate pathway products in leaves and flowers of velvetleaf. **Phytochemistry**, Oxford, v.28, n.4, p.695-699, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MA/SNDA/DNDV/CLV, 1992. 365p.

CAPELETI, I.; FERRARESE, M.L.L.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FERRARESE FILHO, O. 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.

COGHLAN, A. **Splitting headache**: Monsanto's modified soya beans are cracking up in the heat. Saint Louis: Monsanto, 1999. Disponível em: <<http://www.mindfully.org/GE/Monsanto-RR-Soy-Cracking.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

COLE, A.W.; CERDEIRA, A.L. Southernpea response to glyphosate desiccation. **HortScience**, Alexandria, v.17, n.2, p.244-246, 1982.

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

DUKE, S.O.; HOAGLAND, R.E. **Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds**. Washington: CAB, 1985. Disponível em: <<http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=19850776767>>. Acesso em: 11 mar. 2009.

EDMISTEN, K.L.; WELLS, R.; WILCUT, J.W. **Investigation of the cavitation and large boll shed in roundup ready cotton**. Disponível em: <<http://www.cottoninc.com/projects/summaries/2000ProjectSummaries/detail.asp?projectID=119>>. Acesso em: 12 mar. 2006.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.S. The effects of temperature, sand and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v.71, p.428-434, June 1958.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p.

GERTZ JUNIOR, J.M.; VENCILL, W.K.; HILL, N.S. Tolerance of transgenic soybean (*Glycine mar*) to heat stress. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE: WEEDS, 3., 1999, Brighton. **Proceedings...** Brighton: BCP, 1999. p.835-840.

KUIPER, H.A.; KLETER, G.A.; NOTEBORN, H.P.J.M.; KOK, E.J. Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. **The Plant Journal**, Oxford, v.27, n.6, p.503-528, Dec. 2001.

LACERDA, A.L. de S.; MATALLO, M.B. Verificação do ácido chiquímico em soja geneticamente modificada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PRPGRESSO DA CIÊNCIA, 60., 2008, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2008. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/60ra/resumos/resumos/R2708-1.html>>. Acesso em: 11 mar. 2009.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. da. **Avaliação da qualidade da semente**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

NODARI, R.O.; DESTRO, D. **Relatório sobre a situação de lavouras de soja da região de Palmeira das Missões, RS, safra 2001/2002, cultivadas com cultivares convencionais e com cultivares transgênicas**: notícias no AgirAzul. Disponível em: <<http://www.agirazul.com.br/123/noticias/000000a3.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2006.

OMETO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R, a language and environment for statistical computing**: reference index version 2.8.0. Vienna, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

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

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132, 164p.

ANEXO

TABELA 1A Resumo da análise de variância dos dados submetidos à análise conjunta para as variáveis estande final e imersão em água de sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safras verão e inverno.

FV	GL	Estande final		Imersão em água	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Bloco	6	3,437	0,2397 ^{NS}	115,53	0,2301 ^{NS}
Safra	1	9,188	0,0608 ^{NS}	168,75	0,1564 ^{NS}
Tratamentos	5	5,121	0,0909 ^{NS}	414,28	0,0015**
S x T	5	5,387	0,0776 ^{NS}	402,15	0,0018**
Erro	30	2,421		79,86	
CV (%)		3,24		19,73	

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 2A Resumo da análise de variância de dados obtidos para a variável condutividade elétrica de sementes de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	43,4	0,8344 ^{NS}	3	184,73	0,0636 ^{NS}
Tratamentos	9	461,6	0,0118*	5	441,56	0,0013**
Erro	27	151,2		15	61,51	
CV (%)		15,08			8,98	

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 3A Resumo da análise de variância de dados obtidos para teor de lignina em tegumento de sementes de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	0,00021	0,8265 ^{NS}	3	0,0010	0,4185 ^{NS}
Tratamentos	9	0,01226	<0,0001**	5	0,0288	<0,0001**
Erro	27	0,00021		15	0,0010	
CV (%)		11,48			11,01	

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 4A Resumo da análise de variância de dados obtidos para altura de plantas de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	33,4	0,1711 ^{NS}	3	32,5	0,1857 ^{NS}
Tratamentos	9	2274,5	<0,001**	5	1331,8	<0,0001**
Erro	27	18,6		15	17,8	
CV (%)	3,69			7,93		

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 5A Resumo da análise de variância de dados obtidos para altura da inserção do 1º legume de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	1,46	0,9769 ^{NS}	3	4,29	0,4523 ^{NS}
Tratamentos	9	76,20	0,0056**	5	66,99	<0,0001**
Erro	27	21,82		15	4,63	
CV (%)	17,32			16,02		

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 6A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para altura da inserção do 1º legume de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contraste	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	1,7825	0,9999 ^{NS}	0,2825	0,9999 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	-7,3750	0,4603 ^{NS}	-2,5300	0,5738 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	5,3450	0,8281 ^{NS}	1,1225	0,9738 ^{NS}
133 vs 245 RR	-2,5475	0,9985 ^{NS}		
134 vs 247 RR	-4,2150	0,9508 ^{NS}		

^{NS} Não significativo pelo Teste Scheffé.

TABELA 7A Resumo da análise de variância de dados obtidos para o número de

legumes/planta de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	182,8	0,2077 ^{NS}	3	6,5	0,5014 ^{NS}
Tratamentos	9	2098	<0,0001**	5	24,9	0,0384*
Erro	27	112,8		15	7,9	
CV (%)	19,15			19,15		

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 8A Resumo da análise de variância de dados obtidos para germinação (plântulas normais) de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	20,625	0,1302 ^{NS}	3	5,486	0,1332 ^{NS}
Tratamentos	9	31,192	0,0108*	5	11,342	0,0105*
Erro	27	10,051		15	2,519	
CV (%)	3,47			1,64		

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 9A Resumo da análise de variância de dados obtidos para matéria seca de plântulas normais de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	0,000001	0,9866 ^{NS}	3	0,00003	0,4962 ^{NS}
Tratamentos	9	0,000038	0,0048**	5	0,00018	0,0105*
Erro	27	0,000011		15	0,00004	
CV (%)	10,93			5,27		

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 10A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para matéria seca de plântulas normais de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contraste	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	0,0063	0,2212 ^{NS}	0,01	0,2781 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	-0,0003	0,9999 ^{NS}	0,01	0,2781 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	0,0000	0,9999 ^{NS}	0,01	0,2781 ^{NS}
133 vs 245 RR	0,0068	0,1481 ^{NS}		
134 vs 247 RR	-0,0015	0,9996 ^{NS}		

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 11A Resumo da análise de variância de dados obtidos para índice de velocidade de germinação de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	0,00018	0,4944 ^{NS}	3	0,00042	0,8716 ^{NS}
Tratamentos	9	0,00031	0,2276 ^{NS}	5	0,03573	<0,0001**
Erro	27	0,00022		15	0,00178	
CV (%)		0,72			2,03	

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 12A Resumo da análise de variância de dados obtidos para envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	9,29	0,7048 ^{NS}	3	11,53	0,2856 ^{NS}
Tratamentos	9	108,02	0,0002**	5	20,19	0,0840 ^{NS}
Erro	27	19,71		15	8,32	
CV (%)		5,10			3,06	

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 13A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contraste	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	1,125	0,9999 ^{NS}	0,625	0,9996 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	8,750	0,1907 ^{NS}	-1,000	0,9965 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	-5,625	0,7344 ^{NS}	-1,125	0,9939 ^{NS}
133 vs 245 RR	6,250	0,6119 ^{NS}		
134 vs 247 RR	1,875	0,9998 ^{NS}		

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 14A Resumo da análise de variância de dados obtidos para dano mecânico de sementes de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	1,825	0,3150 ^{NS}	3	5,49	0,1909 ^{NS}
Tratamentos	9	1,058	0,6878 ^{NS}	5	10,34	0,0302*
Erro	27	1,473		15	3,05	
CV (%)		72,46			54,45	

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 15A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para dano mecânico de sementes de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

Contraste	Verão		Inverno	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs Valiosa RR	0,7500	0,9965 ^{NS}	-2,00	0,5996 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	0,7500	0,9965 ^{NS}	-3,25	0,1494 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	0,5000	0,9999 ^{NS}	0,00	0,9999 ^{NS}
133 vs 245 RR	0,2500	0,9999 ^{NS}		
134 vs 247 RR	-0,5000	0,9999 ^{NS}		

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 16A Resumo da análise de variância de dados obtidos para índice de velocidade de emergência de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	0,0953	0,0669 ^{NS}	3	0,0026	0,5867 ^{NS}
Tratamentos	9	0,2258	<0,0001**	5	0,0306	0,0009**
Erro	27	0,0356		15	0,0040	
CV (%)	2,53			1,23		

* e ** significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 17A Resumo da análise de variância dos dados obtidos para peso de 1000 sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR em duas safras, verão e inverno.

FV	Verão			Inverno		
	GL	QM	Valor-p	GL	QM	Valor-p
Bloco	3	0,288	0,1502 ^{NS}	3	0,288	0,1502 ^{NS}
Tratamentos	9	1,935	<0,001**	5	1,935	<0,0001**
Erro	27	0,151		15	0,151	
CV (%)	2,52			3,19		

* e ** significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste F, ^{NS} não significativo.

TABELA 18A Contrastes e estimativas de contraste (EC) para percentual de embebição de sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

Horas	Conquista vs ValiosaRR		Celeste vs Baliza RR		Jataí vs Silvânia RR	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
1	6,9610	0,8147 ^{NS}	-12,0914	0,2447 ^{NS}	-18,4611	0,0093**
2	10,1522	0,4484 ^{NS}	-10,4194	0,4172 ^{NS}	-17,0909	0,0220*
3	13,8432	0,1206 ^{NS}	-4,4799	0,9679 ^{NS}	-10,5717	0,3997 ^{NS}
4	16,8339	0,0257*	3,8608	0,9834 ^{NS}	-5,5327	0,9221 ^{NS}
5	16,5813	0,0297*	6,4949	0,8555 ^{NS}	-2,6700	0,9970 ^{NS}
6	16,0181	0,0408*	6,0445	0,8897 ^{NS}	-0,3906	0,9999 ^{NS}
7	14,3381	0,0961 ^{NS}	5,2275	0,9382 ^{NS}	0,5547	0,9999 ^{NS}
9	12,5198	0,2087 ^{NS}	3,4715	0,9898 ^{NS}	0,8984	0,9999 ^{NS}

Continua...

TABELA 18A Continuação.

Horas	Conquista vs ValiosaRR		Celeste vs Baliza RR		Jataí vs Silvânia RR	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
12	9,3974	0,5396 ^{NS}	2,2055	0,9988 ^{NS}	1,4926	0,9998 ^{NS}
24	9,0744	0,5791 ^{NS}	1,4388	0,9999 ^{NS}	2,2337	0,9987 ^{NS}
48	-0,1728	1,0000 ^{NS}	4,6796	0,9612 ^{NS}	2,5565	0,9976 ^{NS}

* e ** Significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 19A Contrastes e estimativas de contraste (EC) para percentual de embebição de legumes intactos de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

Horas	Conquista vs Valiosa RR		Celeste vs Baliza RR		Jataí vs Silvânia RR	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
1	0,0299	0,9999 ^{NS}	3,1749	0,9660 ^{NS}	0,2323	0,9999 ^{NS}
3	1,2256	0,9996 ^{NS}	4,6771	0,8401 ^{NS}	1,8714	0,9970 ^{NS}
6	3,2744	0,9612 ^{NS}	3,8052	0,9275 ^{NS}	0,9491	0,9999 ^{NS}
9	5,4625	0,7295 ^{NS}	4,8469	0,8185 ^{NS}	0,2942	0,9999 ^{NS}
12	8,7671	0,2126 ^{NS}	4,8466	0,8185 ^{NS}	-0,3507	0,9999 ^{NS}
24	12,5542	0,0146*	5,1024	0,7834 ^{NS}	-1,2000	0,9996 ^{NS}
48	13,9529	0,0040**	6,3730	0,5775 ^{NS}	-0,2890	0,9999 ^{NS}

** Significativo a 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 20A Valores médios para as variáveis Peso de mil sementes (P1000) (g), Altura de plantas (cm), Altura do 1º legume (cm), Número de legumes por planta, Plântulas normais na germinação (%), Matéria seca de plântulas normais na germinação (g), Envelhecimento acelerado (%), Plântulas normais após teste de imersão (%), Índice de velocidade de emergência (IVE) (dias), Índice de velocidade de germinação (IVG) (dias), Condutividade elétrica (CE) ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) e Dano mecânico (DM) (%) obtidos para cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra verão.

	BRS 133	BRS 245RR	BRS 134	BRS 247RR
P1000	14,79	15,08	15,55	14,27
Alt. Planta	94,54	97,38	90,28	85,91
Alt. Legume	23,69	26,24	19,22	23,44

Continua...

TABELA 20A Continuação.

	BRS 133	BRS 245RR	BRS 134	BRS 247RR
Nº legume	38,50	40,75	44,25	36,50
Germinação	95,50	87,25	93,25	93,00
Matéria Seca	0,03	0,03	0,03	0,03
Env. Acelerado	92,25	86,00	91,63	89,75
Germ. Imersão	37,50	36,00	35,00	44,00
IVE	7,43	7,67	7,16	7,55
IVG	2,01	2,02	2,02	2,01
CE	90,43	95,78	77,91	94,51
DM	2,25	2,00	1,00	1,50
Estande Final	49,50	48,75	49,50	49,25
Lig.Tegumento	0,16	0,17	0,18	0,22

TABELA 21A Valores médios para as variáveis Peso de mil sementes - P1000 (g), Altura de plantas (cm), Altura do 1º legume (cm), Número de legumes por planta, Plântulas normais na germinação (%), Matéria seca de plântulas normais na germinação (g), Envelhecimento acelerado (%), Plântulas normais após teste de imersão (%), Índice de velocidade de emergência – IVE (dias), Índice de velocidade de germinação – IVG (dias), Condutividade elétrica – CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) e Dano mecânico – DM (%) obtidos para cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra verão.

	Celeste	Baliza RR	Jataí	Silvânia RR	Conquista	ValiosaRR
P1000	16,30	15,49	15,37	14,55	16,27	15,96
Alt. Planta	126,19	133,22	156,75	141,31	118,10	122,38
Alt. Legume	25,13	32,51	33,60	28,25	29,66	27,88
Nº legume	63,25	76,00	110,00	57,50	44,75	43,00
Germinação	93,00	93,50	90,75	90,00	87,50	89,00
Matéria Seca	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Env. Acelerado	83,50	74,75	84,50	90,13	89,38	88,25
Germ. Imersão	47,50	59,50	35,00	34,50	40,00	44,00
IVE	7,65	7,67	7,11	7,06	7,41	7,58
IVG	2,03	2,01	2,03	2,01	2,02	2,04

Continua...

TABELA 21A Continuação.

	Celeste	Baliza RR	Jataí	Silvânia RR	Conquista	ValiosaRR
CE	76,60	62,12	72,47	74,47	87,84	82,96
DM	2,50	1,75	1,50	1,00	2,00	1,25
Estande Final	45,25	48,75	49,50	47,50	46,50	47,75
Lig.Tegumento	0,20	0,26	0,32	0,30	0,24	0,27

TABELA 22A Valores médios para as variáveis Peso de mil sementes - P1000 (g), Altura de plantas (cm), Altura do 1º legume (cm), Número de legumes por planta, Plântulas normais na germinação (%), Matéria seca de plântulas normais na germinação (g), Envelhecimento acelerado (%), Plântulas normais após teste de imersão (%), Índice de velocidade de emergência – IVE (dias), Índice de velocidade de germinação – IVG (dias), Condutividade elétrica – CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) e Dano mecânico – DM (%) obtidos para cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno.

	Celeste	Baliza RR	Jataí	Silvânia RR	Conquista	ValiosaRR
P1000	15,58	16,34	16,25	16,60	15,89	15,28
Alt. Planta	64,25	55,91	71,63	30,01	31,13	66,25
Alt. Legume	15,94	13,41	17,29	9,03	7,91	17,00
Nº legume	23,00	21,75	20,75	16,50	17,75	18,75
Germinação	97,50	97,75	94,00	98,25	97,50	95,25
Matéria Seca	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11
Env. Acelerado	95,75	94,75	91,88	95,63	96,75	91,25
Germ. Imersão	45,00	60,00	48,00	59,00	36,00	35,00
IVE	5,05	5,06	5,25	5,03	5,13	5,19
IVG	2,03	2,04	2,25	2,00	2,02	2,11
CE	98,02	83,13	75,88	76,54	100,25	89,64
DM	6,00	2,75	2,25	2,00	2,00	4,25
Estande Final	48,00	47,75	49,25	48,25	48,75	48,50
Lig.Tegumento	0,22	0,21	0,26	0,40	0,40	0,26

TABELA 23A Resumo da análise de variância para percentual de embebição de sementes de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR.

FV	GL	QM	Valor-p
Blocos	3	198	0,0040**
Cultivares (C)	5	7634	<0,0001**
Horas (H)	10	26685	<0,0001**
C x H	50	488	<0,0001**
Erro	195	43	
CV (%)	6,53		

** Significativo a 1% de significância pelo Teste Schefé.

TABELA 24A Estimativas do modelo quadrático com platô de resposta obtidos para percentual de embebição de sementes das cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

Cultivares	Parâmetros					R²
	β_0	β_1	β_2	X_0	P	
Celeste	-10,89	34,52	-2,01	8,59	137,42	0,99
Baliza RR	11,93	25,59	-1,33	9,61	134,82	0,99
Conquista	-1,23	21,86	-0,90	12,18	131,90	0,99
Valiosa RR	-5,09	17,95	-0,60	14,89	128,56	0,99
Jataí	15,65	33,60	-2,52	6,67	127,62	0,99
Silvânia RR	37,93	30,26	-2,61	5,81	125,81	0,99

Xo = tempo médio de estabilização; P = valor médio do peso no tempo Xo.

TABELA 25A Resumo da análise de variância para percentual de embebição legumes intactos de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR.

FV	GL	QM	Valor-p
Blocos	3	91	4,2596 ^{NS}
Cultivares (C)	5	2188	<0,0001**
Horas (H)	6	8892	<0,0001**
C x H	30	109	<0,0001**
Erro	123	21	
CV (%)	10,81		

** Significativo a 1% de significância pelo Teste Schefé.

TABELA 26A Estimativas do modelo quadrático com platô de resposta obtidos para percentual de embebição de legumes intactos das cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR, safra inverno 2007.

Cultivares	Parâmetros					R ²
	β_0	β_1	β_2	X_0	P	
Celeste	9,20	3,00	-0,03	47,49	80,45	0,99
Baliza RR	5,48	2,91	-0,03	47,12	74,13	0,99
Conquista	5,51	2,56	-0,03	51,12	70,87	0,99
Valiosa RR	6,53	1,70	-0,01	62,38	59,55	0,99
Jataí	4,20	1,15	-0,01	83,65	52,25	0,99
Silvânia RR	2,76	1,31	-0,01	68,98	48,06	0,99

X₀ = tempo médio de estabilização; P = valor médio do peso no tempo X₀.

TABELA 27A Resumo da análise de variância para as variáveis estudadas (I a VII) de cultivares de soja convencional e suas versões transgênicas RR.

FV	GL	QM	Valor-p	QM	Valor-p
		I- IVH sementes		II – IVH legumes intactos	
Blocos	3	0,294	0,2414 ^{NS}	0,922	0,8345 ^{NS}
Cultivar	5	10,741	<0,0001**	13,369	0,0144**
Erro	15	0,189		48,294	
CV (%)		16,37		18,83	
		III - % Emb. sementes		IV- Lig. Tegumento	
Blocos	3	68,85	0,5647 ^{NS}	0,0010	0,4185 ^{NS}
Cultivar	5	372,98	0,0199*	0,0288	0,0000**
Erro	15	97,90		0,0010	
CV (%)		12,95		11,01	
		V – Lignina em vagem		VI – Lignina em caule	
Blocos	3	0,1439	0,5581 ^{NS}	0,4031	0,7143 ^{NS}
Cultivar	5	0,0965	0,7860 ^{NS}	0,7762	0,5145 ^{NS}
Erro	15	0,2013		0,8764	
CV (%)		5,81		7,60	
		VII – Lignina em folha			
Blocos	3	0,5602	0,1991 ^{NS}		
Cultivar	5	1,6177	0,0064**		
Erro	15	0,3194			
CV (%)		9,02			

(I) IVH de sementes, (II) IVH de legumes intactos, (III) percentagem final de embebição de sementes no teste de embebição de legumes intactos (%), (IV) Lignina em tegumento de sementes (%), (V) Lignina em vagem (%), (VI) Lignina em caule (%), (VII) Lignina em folha (%). ** Significativo a 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 28A Resumo da análise de variância para peso de 1000 sementes (P1000) e germinação (G) (plântulas normais) de sementes de cultivares de soja convencional e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

FV	GL	P1000		G	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	0,4060	0,0885 ^{NS}	40,94	0,1646 ^{NS}
Cultivar (C)	9	24,3670	<0,0001**	187,80	<0,0001**
Época (E)	2	1,6010	0,0003**	623,51	<0,0001**
C x E	18	0,2320	0,2186 ^{NS}	43,34	0,0323*
Erro	87	0,1810		23,52	
CV(%)		2,79		5,40	

** e * Significativo a 1% e 5% de significância; ^{NS} Não significativo pelo Teste Scheffé, respectivamente.

TABELA 29A Resumo da análise de variância para índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

FV	GL	IVE		CE	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	0,6085	<0,0001**	111,40	0,5284 ^{NS}
Cultivar (C)	9	0,3144	<0,0001**	744,60	<0,0001**
Época (E)	2	0,4798	0,0005**	9303,00	<0,0001**
C x E	18	0,0772	0,1808 ^{NS}	575,30	<0,0001**
Erro	87	0,0574		149,60	
CV(%)		3,31		12,62	

** Significativo a 1% de significância; ^{NS} Não significativo pelo Teste Scheffé.

TABELA 30A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para germinação (plântulas normais) de sementes de cultivares de soja convencional e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Contrastes	Épocas de colheita					
	R7		R8		R8+	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs ValiosaRR	-4,0	0,997 ^{NS}	7,0	0,895 ^{NS}	-6,5	0,932 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	0,5	0,999 ^{NS}	3,5	0,999 ^{NS}	4,5	0,994 ^{NS}
Jataí VS Silvânia RR	-1,5	0,999 ^{NS}	-2,5	0,999 ^{NS}	-5,5	0,977 ^{NS}
BRS 133 vs BRS 245RR	-0,5	0,999 ^{NS}	-3,5	0,999 ^{NS}	-2,5	0,999 ^{NS}
BRS 134 vs BRS 247RR	-4,8	0,991 ^{NS}	-8,0	0,789 ^{NS}	-8,5	0,722 ^{NS}

^{NS} Não significativo pelo Teste Scheffé.

TABELA 31A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para condutividade elétrica de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Contrastes	Épocas de colheita					
	R7		R8		R8 + 20	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs ValiosaRR	-4,28	0,999 ^{NS}	-4,78	0,999 ^{NS}	5,69	0,999 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	-6,46	0,999 ^{NS}	-8,44	0,999 ^{NS}	-23,24	0,615 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	-9,50	0,998 ^{NS}	-1,18	0,999 ^{NS}	8,95	0,999 ^{NS}
BRS 133 vs BRS 245RR	-1,13	0,999 ^{NS}	-16,49	0,929 ^{NS}	9,78	0,998 ^{NS}
BRS 134 vs BRS 247RR	10,43	0,997 ^{NS}	1,84	0,999 ^{NS}	-4,78	0,999 ^{NS}

^{NS} Não significativo pelo Teste Scheffé.

TABELA 32A Resumo da análise de variância para envelhecimento acelerado (EA) (plântulas normais) e dano mecânico (DM) de sementes de cultivares de soja convencional e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

FV	GL	EA		DM	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	34,00	0,5070 ^{NS}	6,84	0,3385 ^{NS}
Cultivar (C)	9	214,00	<0,0001**	77,64	<0,0001**
Época (E)	2	1613,60	<0,0001**	197,10	<0,0001**
C x E	18	101,80	0,0047**	30,66	<0,0001**
Erro	87	43,50		6,02	
CV(%)			7,38		55,74

** e * Significativo a 1% e 5% de significância; ^{NS} Não significativo pelo Teste Scheffé, respectivamente.

TABELA 33A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para envelhecimento acelerado (plântulas normais) de sementes de cultivares de soja convencional e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Contrastes	Épocas de colheita					
	R7		R8		R8 + 20	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista VS ValiosaRR	2,25	0,999 ^{NS}	-3,50	0,999 ^{NS}	-3,50	0,999 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	3,25	0,999 ^{NS}	9,00	0,924 ^{NS}	7,50	0,976 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	0,75	0,999 ^{NS}	-5,00	0,998 ^{NS}	-7,00	0,985 ^{NS}
BRS 133 vs BRS 245RR	-6,50	0,991 ^{NS}	-3,00	0,999 ^{NS}	0,00	0,999 ^{NS}
BRS 134 vs BRS 247RR	0,00	0,999 ^{NS}	-1,00	0,999 ^{NS}	-11,5	0,728 ^{NS}

^{NS} não significativo pelo Teste Scheffé.

TABELA 34A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para dano mecânico de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Contrastes	Épocas de colheita					
	R7		R8		R8 + 20	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista VS ValiosaRR	0,50	0,999 ^{NS}	0,00	0,999 ^{NS}	7,00	0,077 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	0,50	0,999 ^{NS}	-0,50	0,999 ^{NS}	-3,00	0,961 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	-2,0	0,998 ^{NS}	-1,50	0,999 ^{NS}	1,00	0,999 ^{NS}
BRS 133 vs BRS 245RR	0,50	0,999 ^{NS}	-1,50	0,999 ^{NS}	-3,00	0,961 ^{NS}
BRS 134 vs BRS 247RR	0,00	0,999 ^{NS}	0,50	0,999 ^{NS}	-2,50	0,989 ^{NS}

TABELA 35A Resumo da análise de variância para germinação do teste de embebição (plântulas normais) e (plântulas anormais enroladas) de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

FV	GL	G Imersão Normais		G Imersão Anormais	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	32,20	0,8413 ^{NS}	37,10	0,5433 ^{NS}
Cultivar (C)	9	1710,90	<0,0001**	624,10	<0,0001**
Época (E)	2	187,00	0,2053 ^{NS}	900,30	<0,0001**
C x E	18	231,60	0,0180*	306,30	<0,0001**
Erro	87	116,00		51,60	
CV(%)	7,38		25,75		40,02

** e * Significativo a 1% e 5% de significância; ^{NS} Não significativo pelo Teste Scheffé, respectivamente.

TABELA 36A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para germinação do teste de embebição (plântulas normais) de sementes de cultivares de soja convencional e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Contrastes	Épocas de colheita					
	R7		R8		R8 + 20	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista VS ValiosaRR	2,5	1,000 ^{NS}	7,50	0,999 ^{NS}	-1,00	1,000 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	12,5	0,973 ^{NS}	24,0	0,368 ^{NS}	17,50	0,804 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	-1,0	1,000 ^{NS}	1,00	1,000 ^{NS}	-14,5	0,930 ^{NS}
BRS 133 vs BRS 245RR	9,0	0,997 ^{NS}	27,0	0,202 ^{NS}	0,00	1,000 ^{NS}
BRS 134 vs BRS 247RR	-12,0	0,979 ^{NS}	-3,0	1,000 ^{NS}	-5,00	1,000 ^{NS}

^{NS} Não significativo pelo Teste Scheffé.

TABELA 37A Contrastes e suas estimativas (EC) obtidas para germinação do teste de embebição (plântulas anormais enroladas) de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

Contrastes	Épocas de colheita					
	R7		R8		R8 + 20	
	EC	Valor-p	EC	Valor-p	EC	Valor-p
Conquista vs ValiosaRR	1,50	1,000 ^{NS}	1,50	1,000 ^{NS}	-2,50	1,000 ^{NS}
Celeste vs Baliza RR	2,50	1,000 ^{NS}	-9,50	0,937 ^{NS}	-1,00	1,000 ^{NS}
Jataí vs Silvânia RR	2,00	1,000 ^{NS}	15,5	0,419 ^{NS}	1,00	1,000 ^{NS}
BRS 133 vs BRS 245RR	-4,50	0,999 ^{NS}	9,00	0,955 ^{NS}	-15,0	0,471 ^{NS}
BRS 134 vs BRS 247RR	10,5	0,887 ^{NS}	-5,50	0,998 ^{NS}	0,00	1,000 ^{NS}

^{NS} Não significativo pelo Teste Schefé.

TABELA 38A Resumo da análise de variância para teor de lignina em tegumento de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08.

FV	GL	QM	Valor-p
Blocos	3	0,0002	0,9543 ^{NS}
Cultivar (C)	9	0,0637	<0,0001**
Época (E)	2	0,0099	0,0020**
C x E	18	0,0024	0,0758 ^{NS}
Erro	87	0,0015	
CV(%)			3,31

** Significativo a 1% de significância; ^{NS} Não significativo pelo Teste Schefé.

TABELA 39A Resumo da análise de variância para peso de 1000 sementes (P1000) e Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de cultivares transgênica RR, safra 2007/08. Ensaio de campo.

FV	GL	P1000		IVE	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	0,1790	0,0912 ^{NS}	0,2217	0,3548 ^{NS}
Tratamento (T)	1	0,0000	0,9934 ^{NS}	0,1677	0,3518 ^{NS}
Erro (A)	3	0,0308		0,1387	
CV (%)		1,19		5,17	
Cultivar (C)	4	20,1443	<0,0001**	0,1123	0,1064 ^{NS}
T x C	4	0,1029	0,4201 ^{NS}	0,0715	0,2756 ^{NS}
Erro (B)	24	0,1015		0,0524	
CV (%)		2,15		3,18	

** significativo a 1% de significância pelo Teste Schefé, ^{NS} não significativo.

TABELA 40A Resumo da análise de variância para germinação e envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08. Ensaio de campo.

FV	GL	Germinação		Env. Acelerado	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	14,5583	0,5279 ^{NS}	13,600	0,5122 ^{NS}
Tratamento (T)	1	55,2250	0,1592 ^{NS}	1,600	0,7587 ^{NS}
Erro (A)	3	15,8917		14,1333	
CV (%)		4,30		4,18	
Cultivar (C)	4	108,150	0,0001**	181,750	<0,0001**
T x C	4	6,100	0,6878 ^{NS}	9,350	0,5854 ^{NS}
Erro (B)	24	10,725		12,950	
CV (%)		3,53		4,00	

** significativo a 1% de significância pelo Teste Schefé, ^{NS} não significativo.

TABELA 41A Resumo da análise de variância para germinação do teste de imersão (plântulas normais e anormais enroladas) de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08. Ensaio de campo.

FV	GL	Imersão Normais		Imersão Anormais	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	102,766	0,0862 ^{NS}	68,366	0,3547 ^{NS}
Tratamento (T)	1	12,1000	0,4596 ^{NS}	8,100	0,6928 ^{NS}
Erro (A)	3	16,9000		42,766	
CV (%)		10,24		29,26	
Cultivar (C)	4	1846,650	<0,0001**	711,650	<0,00001**
T x C	4	132,850	0,3249 ^{NS}	36,850	0,5819 ^{NS}
Erro (B)	24	108,083		50,650	
CV (%)		25,89		31,84	

** significativo a 1% de significância pelo Teste Schefé, ^{NS} não significativo.

TABELA 42A Resumo da análise de variância para índice de velocidade de germinação – IVG 1 e IVG 2 de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08. Ensaio de campo.

FV	GL	IVG 1		IVG2	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	0,1291	0,0712 ^{NS}	0,0073	0,3976 ^{NS}
Tratamento (T)	1	0,0078	0,5589 ^{NS}	0,0018	0,5969 ^{NS}
Erro (A)	3	0,0182		0,0052	
CV (%)		5,22		1,75	
Cultivar (C)	4	0,0391	0,1824 ^{NS}	0,0845	<0,00001**
T x C	4	0,0048	0,9301 ^{NS}	0,0017	0,8639 ^{NS}
Erro (B)	24	0,0230		0,0053	
CV (%)		5,86		1,76	

** significativo a 1% de significância pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 43A Resumo da análise de variância para dano mecânico (DM) e condutividade elétrica (CE) de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08. Ensaio de campo.

FV	GL	DM		CE	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	0,4917	0,7353 ^{NS}	0,0102	0,1602 ^{NS}
Tratamento (T)	1	0,2250	0,6807 ^{NS}	0,0001	0,8700 ^{NS}
Erro (A)	3	1,0917	-	0,0028	
CV (%)		73,32		9,00	
Cultivar (C)	4	5,9750	0,0363*	0,0979	<0,0001**
T x C	4	1,4750	0,5657 ^{NS}	0,0256	0,0064**
Erro (B)	24	1,9583	-	0,0055	
CV (%)		98,20		12,53	

** e * significativo a 1% e 5% de significância, respectivamente, pelo Teste Scheffé, ^{NS} não significativo.

TABELA 44A Resumo da análise de variância para o teor de lignina em caule de plantas (CE) e o teor de lignina em tegumento de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08. Ensaio de campo.

FV	GL	Lignina Caule		Lignina Tegumento	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Blocos	3	12,4029	0,5414 ^{NS}	0,0016	0,3476 ^{NS}
Tratamento (T)	1	1,2320	0,7870 ^{NS}	0,0003	0,6520 ^{NS}
Erro (A)	3	14,1298		0,0010	
CV (%)		25,99		13,23	
Cultivar (C)	4	61,9410	0,0004*	0,0189	<0,0001**
T x C	4	2,9157	0,8383 ^{NS}	0,0003	0,9182 ^{NS}
Erro (B)	24	8,2239		0,0014	
CV (%)		19,82		15,66	

** e * significativo a 1% e 5% de significância, respectivamente, pelo Teste Schefé, ^{NS} não significativo.

TABELA 45A Resumo da análise de variância para o teor de lignina em legumes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08. Ensaio de campo.

Fonte de variação	GL	QM	Valor-p
Blocos	3	0,5460	0,5269 ^{NS}
Tratamento (T)	1	2,7196	0,1219 ^{NS}
Erro (A)	3	0,5942	
CV (%)		9,07	
Cultivar (C)	4	3,0464	<0,0001**
T x C	4	0,0804	0,6774 ^{NS}
Erro (B)	24	0,1378	
CV (%)		4,37	

** significativo a 1% de significância pelo Teste Schefé, ^{NS} não significativo.

TABELA 46A Resumo da análise de variância para germinação (plântulas normais) e teor de lignina em tegumento de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08. Casa de vegetação.

Fonte de variação	GL	Germinação		Lignina Tegumento	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Cultivar (C)	1	56,25	0,0117*	0,0256	0,0048**
Pulverização (P)	1	4,00	0,4437 ^{NS}	0,0042	0,1859 ^{NS}
C x P	1	1,00	0,6990 ^{NS}	0,0064	0,1098 ^{NS}
Erro	12	6,38		0,0021	
CV (%)		2,74		18,07	

** e * significativo a 1% e 5% de significância, respectivamente, pelo Teste Schefé, ^{NS} não significativo.

TABELA 47A Resumo da análise de variância para envelhecimento acelerado (EA) de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08. Casa de vegetação.

Fonte de variação	GL	EA	
		QM	Valor-p
Cultivar (C)	1	1,00	0,6560 ^{NS}
Pulverização (P)	1	9,00	0,1956 ^{NS}
C x P	1	0,25	0,8232 ^{NS}
Erro	12	4,79	
CV (%)		2,23	

** e * significativo a 1% e 5% de significância, respectivamente, pelo Teste Schefé, ^{NS} não significativo.

TABELA 48A Resumo da análise de variância para índice de velocidade de germinação – IVG 1 e IVG 2 de sementes de cultivares de soja transgênica RR, safra 2007/08. Casa de vegetação.

Fonte de variação	GL	IVG 1		IVG 2	
		QM	Valor-p	QM	Valor-p
Cultivar (C)	1	0,2401	0,0005**	0,0256	0,0041**
Pulverização (P)	1	0,0196	0,2017 ^{NS}	0,0006	0,5906 ^{NS}
C x P	1	0,0225	0,1734 ^{NS}	0,0000	0,9999 ^{NS}
Erro	12	0,0107		0,0020	
CV (%)		4,08		1,09	

** significativo a 1% de significância pelo Teste Schefé, ^{NS} não significativo.