

QUALIDADE FISIOLÓGICA E TEOR DE LIGNINA NO TEGUMENTO DE SEMENTES DE SOJA CONVENCIONAL E TRANSGÊNICA RR SUBMETIDAS A DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA

Physiological quality and lignin content in the coat seeds of conventional and RR transgenic soybean submitted to different harvest periods

Cristiane Fortes Gris¹, Edila Vilela de Resende Von Pinho²,
Thais Andrade³, Alexana Baldoni³, Maria Laene de Moreira Carvalho²

RESUMO

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 das sementes. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e o teor de lignina no tegumento das sementes de soja convencional e RR colhidas em três épocas, em 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. 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.

Termos para indexação: Lignina, deterioração, retardamento de colheita.

ABSTRACT

One has raised the hypothesis that the RR soybean cultivars possess lignin contents higher than those of the conventional ones. 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 in three times in Lavras-MG. To that end, the seeds collected at stages R7, R8 and after 20 days of collection delay (R8+20) were submitted to the tests for evaluation of 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. 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, the RR cultivar having presented results superior to those of the conventional one. Nevertheless, there was behavioral difference among the cultivars as to the tolerance to harvest delay. Significant reduction was observed in evaluated germination percentage and vigor of seeds with the collection delay.

Index terms: Lignin, deterioration, harvest delay.

(Recebido em 25 de setembro de 2009 e aprovado em 25 de janeiro de 2010)

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

¹Instituto Federal Sul de Minas – Campus Muzambinho – 37890-000 – Muzambinho, MG – cristianegris@eafmuz.gov.br

²Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Agricultura/DAG – Lavras, MG

³Universidade Federal de Lavras/UFLA – Lavras, MG

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.

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. Esse 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.

Nesse 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.

MATERIALE MÉTODOS

O ensaio de produção de sementes foi conduzido na safra de verão, ano agrícola 2007/08, no campo experimental da Universidade Federal de Lavras - UFLA, em um Latossolo Roxo distroférrico, sendo as análises e

determinações realizadas no Laboratório Central de Análise de Sementes. Os dados relativos à temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, registrados no período são apresentados na Figura 1.

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: BRS MG 46 'Conquista' x BRS Valiosa RR; BRS 'Jataí' x BRS Silvânia RR; BRS 'Celeste' x BRS Baliza RR; BRS 133 x BRS 245 RR; BRS 134 x BRS 247 RR.

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 250 mL/100kg de sementes, sendo após inoculadas 1.200.000 bactérias/semente. Por ocasião do desbaste, manteve-se a densidade de 16 plantas por metro linear, sendo os tratos culturais realizados segundo recomendações para a cultura.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial 10 x 3, compreendendo 10 cultivares de soja e 3 épocas de colheita. Utilizaram-se unidades experimentais de 4 linhas de 6m (2 linhas centrais úteis). 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. Após a colheita, as sementes foram secas à sombra até que atingissem teor de água próximo a 13%. Foram utilizadas sementes retidas nas peneiras de crivo circular 5,55 mm e 6,35 mm, sendo que para os testes fisiológicos as mesmas foram tratadas com o fungicida Vitavax Thiran 200 SC (250 mL/100 kg de sementes), com exceção das sementes submetidas ao 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 por tratamento, em todos os demais testes foram utilizados 200 sementes, conforme recomendações específicas.

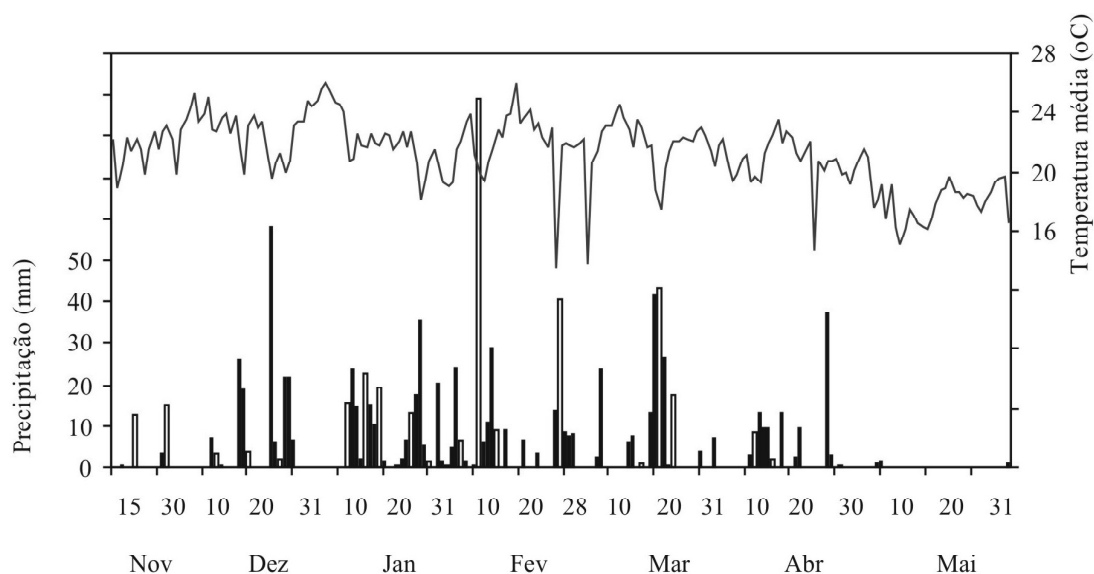


Figura 1 – Variação diária da temperatura média do ar (°C) e pluviosidade (mm) de novembro de 2007 a maio de 2008. Fonte: Estação climatológica principal de Lavras - MG.

Para o teste de imersão de sementes em água, utilizaram-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.

Para análise estatística utilizando-se o software estatístico R (R Development Core Team, 2008), aplicando-se o teste F (Storck et al., 2000), e quando verificado efeito significativo dos tratamentos, realizou-se o teste de contraste de médias Scheffé entre as cultivares convencionais e suas versão RR e o teste de médias Scott-Knott a 5% de significância entre épocas de colheita.

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 1, 2 e 3).

Nos valores médios obtidos na contagem final do teste de germinação (Tabela 1) 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 1).

Ao estudar a resposta de 15 genótipos de soja ao retardamento de colheita, Braccini et al. (2003) também observaram redução significativa na porcentagem 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; Tekrony et al., 1984).

Observa-se que os maiores decréscimos no vigor das sementes, avaliados por meio do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 1), quando contrastados aos valores observados no retardamento de colheita e às 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, somente sementes das cultivares Jataí e Silvânia RR, colhidas no dia 20/04, 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 2.

Tabela 1 – Médias de germinação e envelhecimento acelerado (% de plântulas normais) de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08. UFLA, Lavras – MG, 2009.

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.

Tabela 2 – Médias obtidas para condutividade elétrica - CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) e dano mecânico - DM (%) de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08. UFLA, Lavras – MG, 2009.

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.

Tabela 3 – Médias obtidas para germinação após imersão em água – G Imersão (% de plântulas normais - PN e anormais enroladas - AE) de sementes de cultivares de soja e seus transgênicos RR, safra 2007/08. UFLA, Lavras – MG, 2009.

Cultivares	G Imersão (PN)			G Imersão (AE)		
	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.

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 vem 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 $77,01 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $98,15 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a época de colheita R7, $82,42 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $99,11 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a época de colheita R8 e $94,76 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $152,70 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para os 20 dias após R8, valores esses 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 $90 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, sendo que os valores padrões de condutividade, segundo Vieira & Krzyzanowski (1999), devem ser até $70-80 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ 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 2), 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 3, 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 colhidas em R8 e R8 + 20 e, por fim, nas da cv Silvânia RR verificou-se menor poder germinativo quando colhidas 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.

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 4). Giurizzato 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.

Tabela 4 – 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. UFLA, Lavras – MG, 2009.

Épocas	P1000	LT	IVE
R7	15,46a	0,2685a	7,15a
R8	15,09b	0,2385b	7,17a
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.

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.

Para os teores de lignina no tegumento de sementes de soja pode-se observar efeito significativo ($P < 0,05$) dos contrastes somente para as cultivares Jataí e Silvânia RR. Na Tabela 4, são apresentados os valores médios para peso de mil sementes, teor de lignina em tegumento de sementes e IVE.

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. Essas 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 consequente 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 4), o que vem de encontro aos resultados obtidos com o teste de germinação.

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.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e CNPq pelo apoio financeiro, à EMBRAPA pela concessão das sementes e auxílio nas análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPERT, P.; OLIVER, M.J. Drying without dying. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (Eds.). **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)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.
- 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, 1993.
- 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, 2003.

- 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, p.511-515, 2005.
- 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)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.
- 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, 1958.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p.
- FRANÇA NETO, J.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. CD-ROM.
- 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, 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 Sulriograndense**, 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.
- 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, 1995.
- 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: R Foundation for Statistical Computing, 2008. Software.
- 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)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.
- 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. 164p.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de**

sementes: conceitos e testes. Londrina: 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, v.30, n.172, p.408-418, 1983.