

Conteúdo de lignina e tolerância à deterioração em pré-colheita e efeito na qualidade de sementes de soja

CARVALHO, B.L.¹; BRZEZINSKI, C.R.²; ABATI, J.²; KRZYZANOWSKI, F.C.³; FRANÇA NETO, J. de B.³; HENNING, F.A.³

¹Centro Universitário Pitágoras, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, brendalayanna@hotmail.com; ²Embrapa Soja, Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos; ³Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

A produção de sementes é afetada por diversos fatores, no entanto, perdas frequentes têm sido relatadas a campo, através da deterioração por umidade, ocasionada pelo excesso de chuva em pré-colheita. Assim, a identificação e determinação das principais características dos genótipos, intrínsecas às vagens e sementes e sua relação com a deterioração por umidade, podem auxiliar os programas de melhoramento na obtenção e desenvolvimento de cultivares voltadas as qualidades de sementes (Brzezinski, 2018).

A semente é o insumo básico e vital para o crescimento sustentável da produtividade e da produção agrícola. A qualidade final das sementes é adquirida durante todo o processo de produção, sendo fundamental o ajuste adequado das datas da semeadura e a determinação das regiões aptas à produção de sementes, de forma que as fases fenológicas mais críticas coincidam com os períodos climáticos favoráveis para atender às necessidades da cultura, e que o estágio de maturação das sementes ocorra em condições de temperaturas mais amenas associadas a baixos índices pluviométricos (Sediyama et al., 1993; Tecnologias..., 2013).

Elevados índices pluviométricos em determinados períodos de desenvolvimento da soja, especialmente em pré-colheita, podem ser prejudiciais à qualidade das sementes em decorrência da deterioração por umidade (França Neto; Henning, 1984). Esse dano ocasiona enrugamento e rachaduras no tegumento, devido à expansão e contração deste tecido em função da exposição a ciclos alternados de variação na temperatura e na umidade relativa (França Neto et al., 2000; Cunha et al., 2009; Terasawa et al., 2009). Segundo Oliveira et al. (2014) vagens com maior teor de lignina podem apresentar me-

nor permeabilidade à água, o que pode resultar em menor deterioração das sementes a campo.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a tolerância de cultivares de soja com teores contrastantes de lignina submetidas à deterioração em pré-colheita.

Material e Métodos

O ensaio foi desenvolvido no Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Soja, Londrina, PR, nos Laboratórios de Fisiologia, Tecnologia e Química de Sementes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10 x 3, com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por dez cultivares de soja (A, B, C, D, E, F, G, H, I e J) e três volumes de chuva artificial (0, 54 e 162 mm). O material experimental foi produzido em condições de casa-de-vegetação (modelo Van der Hoeven®) com controle parcial de temperatura e umidade relativa do ar, monitorada com equipamento Data Logger. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com o fungicida comercial Derosal Plus® (Carbendazin + Thiram) na dose de 200 mL 100 kg⁻¹. Após o tratamento, foram semeadas em vasos de 9 litros, com solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico de textura argilosa em profundidade de três centímetros. Inicialmente foram colocadas quatro sementes por vaso e após a emergência das plântulas foi feito o raleio deixando duas plantas por recipiente. Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições. Efetuou-se a irrigação diária do solo dos vasos por meio de um sistema automatizado de gotejamento.

A determinação do estágio fenológico das plantas foi baseada na escala de Ritchie et al. (1997). A aplicação dos tratamentos (simulação de chuva) foi realizada no estágio de desenvolvimento da cultura R8 (maturação plena com 95% das vagens com coloração madura). A simulação de chuva artificial ocorreu durante três dias, a fim de obter a precipitação média diária e acumulada (Tabela 1). A lâmina de água foi medida por meio de pluviômetros distribuídos em toda a área experimental.

Tabela 1. Precipitações médias diárias e acumuladas (mm) em cultivares de soja no estágio fenológico de desenvolvimento da cultura (R8).

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Acumulado
Precipitação 1	0	0	0	0
Precipitação 2	18	18	18	54
Precipitação 3	54	54	54	162

A chuva artificial foi produzida com equipamento constituído por estrutura metálica com 3 m de altura e 3,5 m de largura, que permite acoplamento de um “carrinho” suspenso a 2,5 m de altura. A esse carrinho está acoplado uma barra de pulverização, responsável pelo sistema de simulação de chuva, as quais se deslocam por uma área útil de 15 m² no sentido do comprimento do equipamento. As barras do equipamento foram tracionadas por meio de correntes e engrenagens, com auxílio de um motor elétrico, cujo ajuste foi dado por um modulador de frequência, permitindo a obtenção de velocidade constante previamente determinada. Foi utilizada uma bomba hidráulica de pressão constante e acionamento automático, a qual bombeia água armazenada de um reservatório com capacidade para 3000 L até a barra e pontas de pulverização responsáveis pela formação de gotas de chuva.

A barra de pulverização foi dotada com sete bicos cônicos de alta vazão, modelo TKSS20, espaçados 0,50 m e posicionados de forma a propiciar maior uniformidade de precipitação na área aplicada. A pressão de trabalho foi de 0,81 kgf cm⁻², a altura da barra foi de 1,45 m em relação à superfície das unidades experimentais e a velocidade de deslocamento foi de 0,050 m s⁻¹. Assim, a cada deslocamento total da barra, foram aplicados 0,9 mm de chuva. Essas especificações proporcionaram a produção de gotas artificiais de chuva com diâmetro mediano volumétrico (DMV) de aproximadamente 1.140 micras, conforme informações do fabricante (*Spraying Systems*). Após os ciclos de hidratação e desidratação, as plantas foram levadas novamente para casa de vegetação e mantidas até o momento da coleta das vagens e sementes. As vagens e sementes foram coletadas manualmente dos terços superior, médio e inferior da planta em igual proporção. Após coletadas, as vagens e sementes foram encaminhadas ao Núcleo de Sementes e Grãos da Embrapa Soja para análises, conforme metodologias descritas a seguir:

Teste de Tetrazólio: a avaliação foi conduzida com duas subamostras de 50 sementes por repetição, pré-condicionadas em papel Germitest umedecido com água destilada por um período de 16 h, em germinador com temperatura ajustada para 25 °C. Após este período, as sementes foram transferidas para copos plásticos, com volume de 50 mL, sendo totalmente submersas em solução de tetrazólio (2-3-5, trifenil cloreto de tetrazólio), à concentração de 0,075%, e mantidas à temperatura de 40 °C por, aproximadamente, 150 minutos no interior de uma câmara de germinação, na ausência de luz. Após o processo de coloração, as sementes foram lavadas com água corrente e mantidas submersas até o momento da avaliação. Posteriormente, as sementes foram avaliadas individualmente, seccionando-as longitudinalmente e simetricamente, com o auxílio de lâmina de bisturi e classificadas de acordo com os critérios propostos por França Neto et al. (1998). A viabilidade foi representada pela soma das porcentagens das sementes pertencentes às classes de 1 a 5; o nível de vigor, pelas classes de 1 a 3, e a perda de viabilidade, pelas classes de 6 a 8. Foram caracterizadas as causas da perda da qualidade fisiológica das sementes, principalmente o dano de deterioração por umidade (classe 6-8). Os resultados foram expressos em porcentagem.

O teor de lignina das vagens e tegumentos foi determinado utilizando-se para cada tratamento quatro repetições de 100 sementes e 50 vagens. Inicialmente, as sementes foram separadas das vagens, e estas foram imersas em água por período de 12h para separar os tegumentos dos cotilédones. Após esse procedimento, os tegumentos e as vagens separadas anteriormente, foram levados para secagem em estufa a 105°C por 24h. A matéria seca obtida foi triturada e homogeneizada. Posteriormente foram pesadas 0,3 g para a etapa de extração das proteínas ligadas à parede celular. Após obter o material livre de proteínas, foi feita a quantificação da lignina pelo método LTGA (Capeleti et al., 2005).

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade, utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk e de Hartley. Foi realizada análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. As análises foram executadas por meio do programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

As cultivares A e B contêm os menores teores de lignina na vagem e a cultivar C o menor teor de lignina no tegumento em relação às demais cultivares (Tabela 2). Segundo Oliveira et al. (2014) vagens com maior teor de lignina podem apresentar menor permeabilidade a água, o que resulta em menor deterioração das sementes a campo. A lignina além de influenciar o grau de resistência a danos mecânicos também pode influenciar o processo de absorção de água. Esse processo ocorre devido a lignina apresentar caráter altamente hidrofóbico, com isso a passagem de água através dos tecidos torna-se extremamente lenta, principalmente quando associada a outras substâncias cerosas, como a suberina (Alvarez, 1997; Cutter, 2002).

Tabela 2. Teor de lignina em vagens e tegumentos de dez cultivares de soja.

Cultivares	Vagem (%)	Tegumento (%)
A	13,38 E	4,16 B
B	14,18 D	4,22 B
C	15,45 C	3,63 C
D	16,22 A	4,55 A
E	16,31 A	4,64 A
F	18,60 A	4,28 B
G	15,26 C	4,33 B
H	15,22 C	4,35 B
I	15,22 C	4,89 B
J	16,00 B	4,87 B
CV (%)	2,64	4,21

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Através do dano por umidade, determinado pelo teste de tetrazólio, foi possível verificar que as simulações de chuva utilizadas foram eficientes para distinguir as cultivares, para as três precipitações pluviais propostas inicialmente (Tabela 3). Estes volumes permitiram caracterizar as cultivares em função do dano por umidade em diferentes intensidades, possibilitando determinar os materiais susceptíveis ou resistentes à deterioração em pré-colheita, assim como, verificar o efeito destes fatores sobre o vigor e viabilidade das sementes, conforme apresentado e discutido a seguir.

Tabela 3. Teste de tetrazólio para determinação do dano por umidade, em cultivares de soja produzidas sob três volumes de precipitações pluviiais em pré-colheita.

Dano por umidade 1-8 (%)			
Cultivar	-----Precipitações -----		
	0 mm	54 mm	162 mm
A	22 Aa	41 Bb	66 Dc
B	31 Ba	52 Cb	64 Dc
C	20 Aa	36 Bb	53 Cc
D	16 Aa	27 Ab	34 Bb
E	12 Aa	21 Ab	24 Ab
F	17 Aa	21 Aa	25 Aa
G	15 Aa	39 Bb	40 Bb
H	14 Aa	40 Bb	40 Bb
I	16 Aa	38 Bb	38 Bb
J	18 Aa	42 Bb	40 Bb
Dano por umidade 6-8 (%)			
Cultivar	0 mm	54 mm	162 mm
A	14 Ca	22 Db	26 Ec
B	9 Ba	14 Cb	18 Dc
C	2 Aa	8 Bb	18 Dc
D	6 Aa	11 Cb	11 Cb
E	3 Aa	3 Aa	1 Aa
F	5 Aa	6 Ba	6 Ba
G	4 Aa	9 Cb	11 Cb
H	4 Aa	10 Cb	11 Cb
I	5 Aa	9 Cb	10 Cb
J	4 Aa	11 Cb	12 Cb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

As cultivares C e D apresentaram maiores valores de vigor na precipitação 0 (sem aplicação de lâmina de água) (Tabela 4). Quando aplicado a lâmina de 54 mm, as cultivares que apresentaram maior vigor foram as C, E e F. Aos 162 mm, as cultivares E e F demonstraram melhor desempenho e a cultivar A, o menor vigor.

Tabela 4. Vigor e viabilidade determinados pelo teste de tetrazólio, em cultivares de soja, produzidas sob três volumes de precipitações pluviais em pré-colheita.

Vigor (%)			
Cultivar	----- Precipitações -----		
	0 mm	54 mm	162 mm
A	82 Ba	70 Bb	54 Dc
B	83 Ba	77 Ba	72 Bb
C	96 Aa	88 Aa	75 Bb
D	89 Aa	72 Bb	70 Bb
E	84 Ba	82 Aa	86 Aa
F	86 Ba	81 Aa	79 Aa
G	82 Ba	70 Ba	62 Cb
H	82 Ba	79 Ba	63 Cb
I	83 Ba	80 Ba	62 Cb
J	84 Ba	80 Ba	65 Cb
Viabilidade (%)			
Cultivar	0 mm	54 mm	162 mm
A	82 Ca	76 Cb	73 Db
B	89 Ba	84 Bb	76 Cc
C	96 Aa	90 Ab	79 Bc
D	87 Ba	84 Ba	80 Bb
E	88 Ba	86 Ba	87 Aa
F	89 Ba	86 Ba	85 Aa
G	95 Aa	91 Aa	73 Cb
H	96 Aa	92 Aa	79 Bb
I	94 Aa	90 Aa	75 Cb
J	95 Aa	91 Aa	76 Cb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Quando comparamos o efeito das precipitações sobre o vigor das cultivares testadas, foi possível observar que apenas as cultivares E e F não apresentaram reduções significativas em função do aumento das precipitações

(Tabela 4). Para viabilidade, os resultados corroboram aos observados no teste de vigor. Sendo que, com a precipitação máxima (162 mm), os materiais que demonstraram melhores resultados, foram as cultivares E e F (Tabela 4). Ainda, a cultivar A apresentou menor viabilidade para todas as precipitações testadas.

Conclusão

Por meio das avaliações realizadas nos genótipos selecionados, sementes de soja oriundas de cultivares com maiores teores de lignina na vagem apresentam maior tolerância à deterioração por umidade em pré-colheita e proporcionam sementes de melhor qualidade fisiológica.

Referências

- ALVAREZ, P. J. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MANDARINO, J. M. G.; FRANÇA NETO, J. B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v. 25, n. 2, p. 209-214, 1997.
- BRZEZINSKI, C.R. **Absorção de água, análise estrutural e qualidade de sementes de soja com teores contrastantes de lignina na vagem e no tegumento submetidos a deterioração por umidade em pré-colheita**. 2018. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- 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 resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 511-515, 2005.
- CUNHA, J. P. A. R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C. M.; MION, R. L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1420-1425, 2009.
- CUTTER, E. **Anatomia vegetal**. Parte I. Células e Tecidos. 2. ed. São Paulo: Roca, 2002. 320 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).
- FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 116).

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. da. Tecnologia de produção de sementes. In: A CULTURA da soja no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, C. M. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N. de; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relationship between pod permeability and seed quality in soybean. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 3, p. 273-281, 2014.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1997. (Special Report, 53).

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1993.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

TERASAWA, J. M.; PANOBIANCO, M.; POSSAMAI, E.; KOEHLER, H. S. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.