

TEOR DE UMIDADE DAS SEMENTES DE SOJA E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO DANO MECÂNICO PROVOCADO NO TESTE DO PÊNDBULO¹

SERGIO AUGUSTO MORAIS CARBONELL², FRANCISCO CARLOS KRZYZANOWSKI³
MARIA CRISTINA NEVES DE OLIVEIRA⁴ e NELSON DA SILVA FONSECA JUNIOR

RESUMO - Sementes de doze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), colhidas em maturação fisiológica (R7), trilhadas manualmente e condicionadas para os teores de umidades de 9%, 11% e 13%, foram submetidas ao impacto do pêndulo, correspondente à energia cinética de 0,3185 joule. Nas avaliações dos danos, foram utilizados dois métodos. No método de tetrazólio, foi usado um sistema de notas para quantificar o dano mecânico, e no método de hipoclorito de sódio, foi considerado o número de sementes intactas não intumescidas pela solução. Os dois métodos foram sensíveis para distinguir as classes de resistência entre os genótipos testados nos três teores de umidade. O teor de umidade de 13% permitiu a melhor classificação das doze cultivares quanto à resistência da semente ao dano mecânico provocado pelo impacto do pêndulo nos dois métodos de avaliação ($r = 0,95$). Os resultados comprovam a possibilidade da utilização do teste de hipoclorito de sódio como alternativa (mais expedito e menos oneroso) ao teste de tetrazólio no teste do pêndulo, para seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico.

Termos para indexação: teste de hipoclorito de sódio, teste de tetrazólio, *Glycine max*, seleção de genótipos.

SOYBEAN SEED MOISTURE CONTENT AND METHODS OF EVALUATING THE MECHANICAL DAMAGE IN THE PENDULUM TEST

ABSTRACT - Twelve soybean cultivars (*Glycine max* (L.) Merrill) were harvested and hand-threshed at R7 and conditioned to 9%, 11% and 13% moisture content before to be stressed in the pendulum test, that applied a kinetic energy of 0.3185 joule on the seed. In the evaluation system of tetrazolium test a grade score was adopted to quantify the results, and for the sodium hypochlorite test the number of swelled seeds was used. Both methods prove to be accurated to identify the levels of resistance among the genotypes tested. The 13% moisture content allowed the best screening related to the mechanical damage resistance under the pendulum test, in the two evaluation methods ($r = 0.95$). The results confirm the possibility of utilizing the sodium hypochlorite tests as an alternative of low cost and easy made for the tetrazolium test, in the process of soybean genotype selection for the mechanical damage resistance under the pendulum test.

Index terms: sodium hypochlorite test, tetrazolium test, *Glycine max*, screening genotypes.

¹ Aceito para publicação em 27 de abril de 1993.

INTRODUÇÃO

Pesquisa realizada na EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Soja, com auxílio financeiro da EMBRAPA, da Rota Indústria de Máquinas Agrícolas Ltda. e da CAPES. Extraído da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento.

² Eng.-Agr., M.Sc., Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Univ. Estadual de Londrina, CEP 86001-970 Londrina, PR.

³ Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Caixa Postal 1061, CEP 86001-970 Londrina, PR.

⁴ Matemática, M.Sc., EMBRAPA/CNPSo.

⁵ Eng.-Agr., M.Sc., Inst. Agron. do Paraná (IAPAR), Caixa Postal 1331, CEP 86001-970 Londrina, PR.

Um dos fatores que influenciam a suscetibilidade da semente ao dano mecânico é a umidade nas sementes durante os processos de colheita e beneficiamento. Sementes com baixos teores de umidade (8%) são mais suscetíveis ao dano mecânico imediato, resultando em reduções significativas da germinação, do que lotes de sementes com maiores teores de umidade (13%) (França Neto & Henning 1984, Jijón & Barros 1983).

Muitos trabalhos de pesquisa evidenciam a variabilidade genética existente na soja quanto à resistência da semente ao dano mecânico (Agrawal

& Menon 1974, Costa et al. 1987, Krzyzanowski et al. 1989, Paulsen et al. 1981). Outros trabalhos sugerem métodos para avaliação do dano mecânico (Bartsch et al. 1986, França Neto et al. 1988, Kueneman 1989, Paulsen & Nave 1979, Vaughan 1982). Carbonell (1991) sugere o teste do pêndulo como método de seleção de genótipos com sementes resistentes ao dano mecânico; esse método utiliza sementes com o teor de umidade de 13% e o teste de tetrazólio como indicador do dano.

O objetivo deste trabalho foi testar diferentes umidades nas sementes, pelo teste do pêndulo, e a eficiência do teste de hipoclorito de sódio, em método mais prático e expedito de avaliação do dano mecânico, em comparação com o teste de tetrazólio, na seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas doze cultivares de soja: IAC-2, IAC-8, IAS-5, Davis, BR-9 (Savana), Santa Rosa, Paranaoiana, Paraná, Doko, FT-2, FT-10 e Bossier, pois há evidências de que entre estes genótipos exista grande variabilidade quanto à suscetibilidade ao dano mecânico nas sementes (Costa et al. 1987, Krzyzanowski et al. 1989).

As sementes para o estudo foram produzidas na Fazenda Santa Terezinha, da EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Soja, em Londrina, PR, na safra 1989/90. A colheita das plantas foi manual e realizada no estádio de maturação fisiológica (R7). Estas plantas tiveram retirado o restante de suas folhas, e foram penduradas em varal dentro de um armazém ventilado, para perda gradativa de umidade até atingir o teor aproximado de 20% na semente, e então suas vagens foram debulhadas manualmente. As sementes foram colocadas em sacos de filó, para a secagem em um secador de sacos estacionário, com jatos de ar à temperatura ambiente, até que fossem atingidos os teores de umidade desejados, de 15%, 13% e 11% (+ ou - 0,5%). Os valores de umidade foram avaliados com o auxílio de um determinador de umidade digital da marca Burrows. Após atingir o teor de umidade de 15%, a cada decréscimo de 2% no teor de umidade da semente retirava-se uma amostra com aproximadamente 150 g de sementes.

Após a secagem, as sementes, acondicionadas em sacos de filó, foram colocadas em vidros de conserva, fechados com presilhas de pressão e armazenadas em câmara fria a 50% de umidade relativa do ar e temperatura de 15°C. Este acondicionamento visou obter uma

uniformização das umidades das amostras de sementes dentro dos vidros e a manutenção da qualidade das sementes.

As amostras de sementes foram, então, uniformizadas por tamanho (peneira de 6,75 mm), e submetidas à análise visual (olho desarmado) para retirada de todas as sementes danificadas por percevejo, umidade, ou mecanicamente. Deste modo, pode-se avaliar o efeito isolado do dano mecânico provocado no teste do pêndulo. Este teste consiste na queda livre de um pêndulo metálico de uma altura de 13 cm sobre sementes distribuídas individualmente em alvéolos de um disco metálico (Carbonell 1991), o que corresponde a uma energia cinética, aplicada sobre a semente, de 0,3185 joule (Fig. 1). Para a realização do dano em 100 sementes (duas subamostras de 50), foram necessários, em média, três minutos entre a distribuição das subamostras nos alvéolos do prato metálico e a imposição do dano.

Após danificadas, as sementes foram avaliadas pelos testes de tetrazólio (TZ) e hipoclorito de sódio (HS).

Teste de tetrazólio

Na avaliação do dano mecânico provocado na semente, adotaram-se as normas propostas por França Neto et al. (1988) para o preparo das sementes e interpretação do tetrazólio, mas introduzindo-se novos critérios no método de avaliação do grau de resistência de uma cultivar ao dano mecânico na semente. Nesta avaliação, adotou-se um índice de resistência em cada classe de dano na semente, visando melhor avaliá-la, em termos comparativos, quanto aos diversos genótipos em estudo (Tabela 1), de modo semelhante ao sugerido por Bartsch et al. (1986). O total de classes de dano utilizadas para a avaliação das sementes foi de oito (classes 1 a 8), correspondendo à ordem ou tipo de dano ocorrente. Subclasses de dano dentro de cada classe foram estabelecidas por Carbonell (1991), para melhor avaliação dos danos nas sementes (não reportadas na Tabela 1).

O grau de resistência da semente ao dano mecânico de cada cultivar foi obtido pelo somatório da multiplicação do número de sementes de cada classe de dano pelo correspondente índice de resistência. Utilizou-se uma ficha apropriada (Fig. 2) para as anotações e cálculo do grau de resistência da semente. Na Fig. 2 estão exemplificados uma avaliação e um cálculo de duas subamostras de 50 sementes. Na existência de um genótipo de soja com semente totalmente resistente ao dano mecânico provocado no teste do pêndulo, todas as suas sementes (100) estariam na classe 1; logo, o valor máximo do grau de resistência da semente seria 1.000.

A percentagem de germinação pode ser também ob-

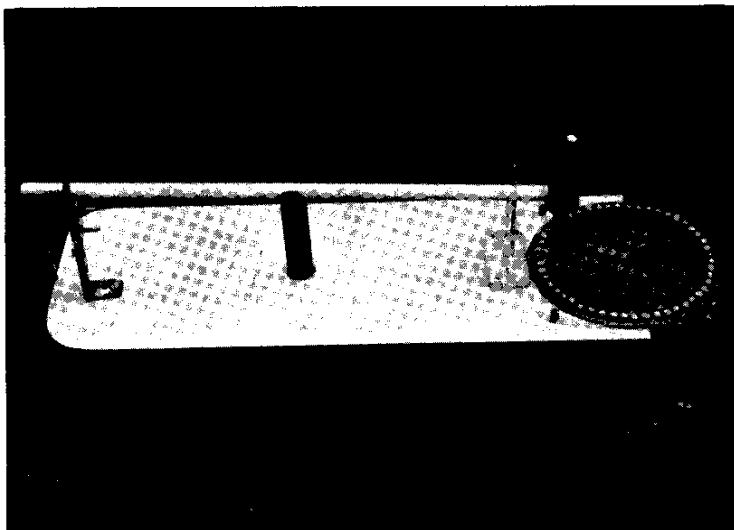


FIG. 1. Danificador mecânico utilizado para provocar danos no teste do pêndulo. EMBRAPA/CNPSo. Londrina, PR. 1990.

tida pela soma total do número de sementes nas classes de dano de 1 a 6 (Tabela 1), e os resultados, expressos como uma percentagem do total (Fig. 2).

Hipoclorito de sódio

Este método de avaliação do dano mecânico, relacionado ao teste do pêndulo, consiste no exame de duas subamostras de 50 sementes danificadas. Após realizado o dano, uma pré-análise é feita para a contagem e retirada de todas as sementes quebradas e visualmente danificadas. As demais sementes são imersas numa solução de hipoclorito de sódio a 0,13% (Vaughan 1982), a qual faz intumescer as sementes com danificações no tegumento imperceptíveis na pré-análise -, após um período de 10 a 15 minutos de imersão.

Utilizou-se uma ficha de avaliação própria (Fig. 3), para os resultados com os testes de hipoclorito de sódio. Nesta Fig. 3 está exemplificado o cálculo de sementes não intumescidas ou intactas em duas subamostras de 50 sementes.

Realizadas as avaliações (TZ e HS) em duas subamostras, seus resultados foram somados, constituindo, assim, os valores numéricos finais do grau de resistência (teste de tetrazólio = TZ) e número de sementes intactas (teste de hipoclorito de sódio = HS) em cada teor de umidade das amostras analisadas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas. As

parcelas foram constituídas por três níveis de umidade (15%, 13% e 11%), e as subparcelas, por doze cultivares, com quatro repetições de 100 sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acondicionamento das amostras de sementes em vidros de conserva fechados com presilhas de pressão não foi eficiente para evitar uma queda geral de umidade nas amostras de sementes em aproximadamente 2% após o armazenamento. De posse deste resultado, as umidades de trabalho nas sementes para fins de discussão passarão de 11% para 9%, 13% para 11% e 15% para 13% (+ ou - 0,5%).

Nos dois testes de avaliação (TZ e HS), todas as fontes de variação estudadas (umidade, cultivar e interação) foram altamente significativas. Isto demonstra a influência dos teores de umidade, a variabilidade genética e a interação destes fatores na reação das sementes sobre a suscetibilidade das cultivares ao dano mecânico. Nestas análises, foram obtidos coeficientes de variação para as subparcelas nos valores de 12,54% e 19,68% nas

TABELA 1. Resumo dos critérios utilizados para avaliação de sementes de soja danificadas no teste do pêndulo pelo teste de tetrazólio. EMBRAPA/CNPSO. Londrina, PR. 1990.

Classe ¹ de dano na semente	Índice de resistência	Viável ou não viável	Ordem ou tipo de dano
1	10	viável	Nenhum dano visível interno e externo à semente
2	08	viável	Leve dano externo, não interno.
3	06	viável	Dano mecânico externo atingindo maior profundidade no cotilédone (2,0 mm) quando comparada à classe 1.
4	04	viável	Dano mecânico externo e interno nos cotilédones, podendo apresentar pequenas rachaduras.
5	02	viável	Dano mecânico em ambos os cotilédones com ruptura total ou parcial com pequenas ramificações.
6	00	viável	Dano mecânico localizado em ambos os cotilédones com ruptura total ou parcial com ramificações, ou ruptura pequena parcial próximo à região vascular.
7	00	não viável	Fraturas atingindo mais que 50% dos cotilédones e/ou com fratura do eixo embrionário.
8	00	não viável	Semente morta, com os cotilédones em pedaços.

¹ Bartsch et al. (1986), França Neto et al. (1988), adaptado por Carbonell (1991).

avaliações através dos testes de tetrazólio e hipoclorito de sódio, respectivamente.

Os resultados na Tabela 2 confirmam que para a faixa de umidade estudada 9% - 13%) o aumento de umidade nas sementes leva a um aumento de sua resistência ao dano mecânico, o que está de

acordo com França Neto & Henning (1984) e Jijón & Barros (1983).

Dentre as umidades estudadas, a de 13% melhor classifica as cultivares em grupos de resistência nos dois métodos de avaliação do dano (TZ e HS). Esta umidade apresenta maiores diferenças nos valores do grau de resistência (TZ) e número de sementes intactas (HS) entre a cultivar mais resistente e a mais suscetível (Tabela 2). Observou-se, ainda, que nesta umidade houve melhor agrupamento das cultivares, ou seja, houve menor sobreposição de classes para as cultivares.

No desdobramento da interação de cultivares dentro de umidade, observa-se que no teor de umidade de 13% o valor de F de 60,4 na avaliação pelo TZ e o de 43,0 pelo HS foram os maiores entre as três umidades (Tabela 2). Estes resultados indicam que a umidade de 13% é a melhor para a realização do teste do pêndulo, pois foi neste teor de umidade que as cultivares apresentaram maior variabilidade genética para resistência da semente ao dano mecânico nos dois métodos de avaliação.

Desta forma, os valores médios de grau de resistência (TZ) reportados na Tabela 2 permitem separar as cultivares em grupos-padrões de resistência ao dano mecânico e classificar como resistentes as cultivares IAS-5, Doko, Paraná e FT-2; como medianamente resistentes, as cultivares IAC-8, Bossier, Davis e Santa Rosa; e como suscetíveis, as cultivares FT-10, Paranaoiana, Savana e IAC-2.

Comparando-se os resultados obtidos nas avaliações pelos testes de TZ e HS, nota-se que a cultivar Davis é muitas vezes classificada entre as cultivares resistentes pelo teste de HS. Isto se deve ao fato de a solução de hipoclorito de sódio não ter intumescido as sementes danificadas da cultivar Davis, que apresentavam altos índices de dureza (11%) durante estas avaliações, em comparação com as das outras cultivares (0.5%). Provavelmente esta foi a causa da sobreposição de grupos nas classificações das médias nos dados de hipoclorito, pois a resistência da cultivar Davis foi superestimada pela não-contagem das sementes duras danificadas neste teste, mas detectadas através do teste de tetrazólio.

A diferença na detecção de danos mecânicos em sementes duras de soja pelos dois métodos de

Amostra:	Local:
Nº. de sementes testadas:	Conc. da solução:
Data:	Analista:

Classe											Soma	Índice de resist.	Total		
1.	XXXXX	X///	////	////	////	////	////	////	////	////	6	x	10	60	
2.	XXXXX	XXX/	////	////	////	////	////	////	////	////	8	x	8	64	
3.	XXXXX	XXXXX	XXXX/	////	////	////	////	////	////	////	14	x	6	84	
4.	XXXXX	XX///	////	////	////	////	////	////	////	////	7	x	4	28	
5.	XXX/	////	////	////	////	////	////	////	////	////	3	x	2	6	
6.	XX///	////	////	////	////	////	////	////	////	////	2	x	0	0	
S.D.*	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////					
7.	XXXX/	////	////	////	////	////	////	////	////	////	4	x	0	0	
8.	XXXXX	X///	////	////	////	////	////	////	////	////	6	x	0	0	
											Total			50	242

1.	XXXXX	X///	////	////	////	////	////	////	////	7	x	10	70	
2.	XXXXX	XXX/	////	////	////	////	////	////	////	7	x	8	56	
3.	XXXXX	XXXXX	XXXX/	////	////	////	////	////	////	11	x	6	66	
4.	XXXXX	XX///	////	////	////	////	////	////	////	10	x	4	48	
5.	XXX/	////	////	////	////	////	////	////	////	3	x	2	6	
6.	XX///	////	////	////	////	////	////	////	////	1	x	0	8	
S.D.*	////	////	////	////	////	////	////	////	////					
7.	XXXX/	////	////	////	////	////	////	////	////	5	x	0	0	
8.	XXXXX	X///	////	////	////	////	////	////	////	6	x	0	0	
											Total		50	238

Subamostra	Dano mecânico		Grau de resistência ao dano mecânico	Observação
	1 - 6 (Viável)	7 - 8 (Não viável)		
I	40	10	242	
II	39	11	238	
Total	79	21	480	

* S.D. = Sementes duras.

FIG. 2. Ficha de avaliação do teste de tetrazólio para dano mecânico.

Amostra:		Local:	
Nº. de sementes testadas:		Conc. da solução:	
Data:		Analista:	
			Total acumulado
Pré-análise	Sementes quebradas	7	7
	Sementes com danos visíveis	15	22
Hipoclorito	Sementes intumescidas	10	32
	Sementes não intumescidas ou intactas	18	50
			Total acumulado
Pré-análise	Sementes quebradas	5	5
	Sementes com danos visíveis	12	17
Hipoclorito	Sementes intumescidas	10	27
	Sementes não intumescidas ou intactas	23	50
Subamostra	Sementes danificadas	Sementes não intumescidas ou intactas	Observação
I	32	18	
II	27	23	
Total (%)	59	41	

FIG. 3. Ficha de avaliação do teste de hipoclorito de sódio quanto a dano mecânico.

avaliação pode ser atribuída ao fato de que para o teste de tetrazólio as sementes ficam 16 horas em pré-condicionamento em papel-filtro umedecido, e mais duas a três horas submersas na solução de tetrazólio 0.075% (França Neto et al. 1988), condições estas suficientes para o intumescimento de sementes duras com danos mecânicos.

No teste de hipoclorito de sódio, as avaliações são realizadas de dez a quinze minutos após as sementes serem submersas na solução. A necessidade de maior tempo de exposição das sementes duras de soja a ambientes saturados de água, quando estão visivelmente danificados e rompidos os tegumentos e parte do cotilédone, leva a inda-

TABELA 2. Médias das cultivares em diferentes umidades para a característica dano mecânico provocado pelo teste do pêndulo, avaliado pelo teste de tetrazólio e hipoclorito de sódio. EMBRAPA/CNPSO. Londrina, PR. 1990.

Dano TZ ¹					
-----Umidade = 9%-----		-----Umidade = 11%-----		-----Umidade 13%-----	
Cultivar	Média	Cultivar	Média	Cultivar	Média
Paraná	127,00 a ²	IAS-5	328,50 a ²	Doko	463,00 a ²
IAS-5	120,50 ba	Paraná	281,00 b	IAS-5	451,50 a
Doko	101,50 ba	FT-2	250,00 cb	FT-2	373,00 b
FT-2	99,25 ba	Doko	229,50 cd	Paraná	332,00 c
IAC-8	92,00 cba	Bossier	211,00 ed	IAC-8	322,00 cd
Bossier	90,00 cba	IAC-8	191,50 ef	Santa Rosa	318,00 cd
Davis	83,50 cb	Davis	188,00 ef	Davis	293,50 ed
FT-10	82,00 cb	FT-10	179,00 efg	Bossier	271,00 e
Savana	81,50 cb	Santa Rosa	165,50 fg	Paranagoiana	230,50 f
Santa Rosa	58,50 cd	Paranagoiana	150,25 hg	FT-10	224,00 f
Paranagoiana	44,75 d	Savana	129,00 hi	Savana	204,25 f
IAC-2	34,00 d	IAC-2	109,00 i	IAC-2	157,50 g
Média	84,54 a		201,02 b		303,35 c
F Cult./Umid.3	5,27**		27,37**		60,48**
Dano HS ⁴					
-----Umidade = 9%-----		-----Umidade = 11%-----		-----Umidade 13%-----	
Cultivar	Média	Cultivar	Média	Cultivar	Média
Paraná	14,75 a	Doko	40,25 a	Doko	75,25 a
IAS-5	13,75 a	Paraná	37,50 ba	IAS-5	73,50 a
Doko	13,25 a	IAS-5	33,75 b	FT-2	52,75 b
Davis	9,75 ba	Davis	32,00 b	Paraná	52,50 b
FT-2	9,75 ba	FT-2	20,25 c	Davis	51,00 b
Savana	8,50 ba	Savana	16,25 dc	IAC-8	47,75 b
Bossier	7,25 ba	Bossier	16,25 dc	Santa Rosa	46,25 b
IAC-8	7,25 ba	IAC-8	15,50 dc	Bossier	46,00 b
Paranagoiana	4,50 b	Paranagoiana	11,25 de	Paranagoiana	38,75 c
FT-10	3,50 b	FT-10	11,25 de	Savana	38,00 c
IAC-2	2,25 b	Santa Rosa	7,75 e	FT-10	33,50 c
Santa Rosa	2,00 b	IAC-2	5,25 e	IAC-2	14,75 d
Média	8,04 a		20,60 b		47,50 c
F Cult./Umid.	3,13 ^{ns}		23,51**		42,96**

¹ Dano TZ = Grau de resistência da semente ao dano mecânico avaliados pelo teste de tetrazólio.

² Médias com a mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste Duncan.

³ F Cult./Umid. = Teste de significância do desdobramento da interação Cultivares dentro de Umidade.

⁴ Dano HS = Sementes intactas avaliadas pelo teste de hipoclorito de sódio.

gações sobre o conceito de dureza em sementes de soja estar restrito apenas ao seu tegumento impermeável e não às características do cotilédono. Mesmo assim, a correlação obtida entre os danos avaliados pelo dois testes (TZ e HS) é alta: $r = 0,95^{**}$ para 13% de umidade, $r = 0,74^{**}$ para 11% e $r = 0,88^{**}$ para 9%, sugerindo o uso do hipoclorito de sódio como possível alternativa na avaliação do dano mecânico em sementes de soja, principalmente no teor de umidade de 13% na semente.

O método de HS é menos oneroso e requer um período mais curto na avaliação, em comparação com o teste de tetrazólio, e não necessita de técnicos especializados para a sua execução. No entanto, podem ocorrer problemas em análises com amostras que apresentam altos índices de sementes duras, pois superestima a resistência da semente ao dano mecânico. Estas amostras devem então ser avaliadas pelo método de tetrazólio.

CONCLUSÕES

1. O teor de umidade está relacionado diretamente com a resistência das sementes ao dano mecânico, sendo que para a faixa de 9% a 13%, quanto maior a umidade na amostra de sementes, menor o dano mecânico.

2. A umidade da semente de 13% é a mais adequada para a realização do teste do pêndulo e seleção das cultivares em classes de resistência ao dano mecânico.

3. Entre as cultivares estudadas, foram classificadas como resistentes: Doko, Paraná, IAS-5 e FT-2; medianamente resistentes: IAC-8, Santa rosa, Bossier e FT-10; e suscetíveis: savana, Paranaoiana, Davis e IAC-2.

4. O teste de hipoclorito de sódio é tão eficiente quanto o teste de tetrazólio para avaliar o dano mecânico provocado, quando a amostra a ser avaliada não apresentar alta percentagem de sementes duras, pois esta última superestima os seus resultados. Nesta situação, deve-se utilizar o teste de tetrazólio para avaliação.

AGRADECIMENTOS

À ROTA - Indústria de Máquinas Agrícolas

Ltda. - e à CAPES - Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior -, pela bolsa de estudos concedida ao Eng.-Agr. Sérgio Augusto M. Carbonell.

REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, P.K.; MENON, S.K. Lignin content and seedcoat thickness in relation to seedcoat cracking in soybean. *Seed Research*, v.2, p.64-66, 1974.
- BARTSCH, J.A.; HAUGH, C.G.; ATHOW, K.L.; PEART, R.M. Impact damage to soybean seed. *Transactions of the ASAE*, v.29, n.2, p.582-586, 1986.
- CARBONELL, S.A.M. **Metodologia para seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 1991. 105p. Tese de Mestrado.
- COSTA, A.V.; KUENEMAN, E.A.; MONTEIRO, P.M.F.D. Varietal differences in soybean for resistance to physical damage of seed. *Soybean Genetics Newsletter*, v.14, p.73-76, 1987.
- FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 9).
- FRANÇA NETO, J. de B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1988. 60p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 32).
- JIJÓN, A.V.; BARROS, A.C.S.A. Efeito dos danos mecânicos na semente sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Tecnologia de Sementes*, v.6, n.1/2, p.3-21, 1983.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P.; MIRANDA, Z.F.S.; KIHHL, R.A.S.; KASTER, M.; SOUZA, P.I. Caracterização de genótipos de soja de ciclos precoce e médio quanto à qualidade fisiológica e suas interrelações com aspectos morfológicos. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Resultados de Pesquisa de Soja 1988/89**. Londrina, 1989. p.315-324.
- KUENEMAN, E.A. Breeding for resistance to physical damage to soybean seed. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4, 1989. Buenos Aires. *Actas...* Buenos Aires: Asociación Argentina de la Soja, 1989. v.2, p.1086-1090.

- PAULSEN, M.R.; NAVE, W.R. Improved indoxyl acetate test for detecting soybeans seedcoat damage. **Transactions of the ASAE**, v.22, n.6, p.1475-1479, 1979.
- PAULSEN, M.R.; NAVE, W.R.; GRAY, L.E. Soybean seed quality as affected by impact damage. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.1577-1582/1589, 1981.
- VAUGHAN, C.E. The chlorox test (soybean). Quality Assurance techniques. (Emphasis: Mechanical damage). In: **SHORT COURSE FOR SEEDSMEN**, 1982. **Proceedings...** [S.l.]: Seed Technology Laboratory, 1982. p.117-118.