

DANOS MECÂNICOS OCORRIDOS NO BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE SOJA E SUAS RELAÇÕES COM A QUALIDADE FISIOLÓGICA¹

ADAIR OLIVEIRA², RUBENS SADER³ e FRANCISCO CARLOS KRZYZANOWSKI⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos danos mecânicos ocorridos durante o beneficiamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares (Paiaguás e Dourados) de soja. Foram obtidas onze amostras, sendo que a primeira foi obtida colhendo e trilhando as sementes manualmente. Para atingir os objetivos do trabalho as sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, germinação danos mecânicos: teste do hipoclorito e tetrazólio (1-8 e 6-8) e vigor: tetrazólio (1-3), envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, porcentagem de emergência em campo e índice de velocidade de emergência. Dentre as duas cultivares, as sementes de Paiaguás apresentaram menor porcentagem de danos mecânicos e qualidade fisiológica superior às de Dourados. Para as duas cultivares verificaram-se variações na qualidade das sementes durante todo o processo de beneficiamento, sendo que a germinação e o vigor foram inferiores aos das amostras colhidas manualmente. O beneficiamento pode aprimorar a qualidade (germinação e vigor) do lote, dependendo da qualidade inicial e da cultivar. Os danos mecânicos ocorrem em cada ponto do beneficiamento e são cumulativos. Os resultados deste trabalho sugerem que: estudos devem ser conduzidos no sentido de aumentar a eficiência do beneficiamento de sementes de soja, otimizando equipamentos e o fluxo ao longo do beneficiamento, para melhorar a qualidade da semente e reduzir os danos mecânicos nesta operação.

Termos para indexação: *Glycine max*, beneficiamento, qualidade fisiológica.

MECHANICAL DAMAGE ORIGINATED DURING SOYBEAN SEED PROCESSING AND ITS RELATIONSHIP WITH PHYSIOLOGICAL QUALITY

ABSTRACT - The main objective of this work was to evaluate the influence of mechanical damages, during seed processing on the physiological quality of two cultivars of soybean seed. Eleven seed samples were drawn along the seed processing line. The following parameters of seed quality were evaluated: seed water content, germination, mechanical damage (by chlorox soak test and the tetrazolium test), vigor (tetrazolium, accelerated aging, electrical conductivity, field emergence, and seedling growth rate tests). Comparing seed quality from both cultivars, Paiaguás showed a lower percentage of injured seeds and a superior seed quality than Dourados' seeds. For both cultivars it was observed a reduction in seed quality related to germination and vigor during processing and handling, when compared the hand harvested seeds samples. Results allowed for the following conclusions: depending on the original quality of the seed lot, it may be improved by processing operations; mechanical damage may occur along the processing line and it is cumulative; there is a different response of cultivar to mechanical damage, what may be attributed to genetic variability occurring in soybean germoplasm. Results of this research work suggest that: studies should be conducted to improve the efficiency of seed processing equipment. The equipment sequence and also the seed flow along the processing line should be studied to improve seed quality by reducing the mechanical damage on this operations.

Index terms: processing, mechanical damage, physiological quality, soybean.

INTRODUÇÃO

As sementes precisam ser colhidas, beneficiadas e manipuladas de forma adequada para a preservação de sua qualidade, caso contrário, os esforços, dispendidos no desenvolvimento de cultivares e na adoção de técnicas culturais específicas para a produção de sementes, podem ser perdidos.

A semente de soja é particularmente suscetível à danificação de natureza mecânica, uma vez que o eixo embrionário está

¹ Aceito para publicação em 24.04.99; parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Jaboticabal-SP.

² Engº Agrº, Pesquisador da EMPAER-MS, 79114-000, Campo Grande, MS; Pós-Graduando do Curso de Mestrado em Prod. e Tec. de Sementes. FCAV/UNESP, 14870-000, Jaboticabal-SP; bolsista do CNPq.

³ Engº Agrº. Ph.D. Prof. Titular do Depto. de Fitotecnia – FCAV/UNESP.

⁴ Engº Agrº. Ph.D. Pesquisador da Embrapa Soja, Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina-PR; bolsista do CNPq.

situado sob tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção (Delouche, 1972; Copeland, 1972; Costa et al., 1979 e França-Neto, 1984). O dano mecânico é uma das causas da perda de qualidade da semente de soja durante os processos de colheita e beneficiamento (Fagundes, 1971 e Popinigis, 1972). A qualidade da semente é afetada pela velocidade do cilindro e a abertura do côncavo do sistema de trilha. A elevação da velocidade do cilindro, apesar poder aumentar a rapidez da operação, pode gerar ampliação na taxa de sementes danificadas (Green et al., 1966 e Moore, 1974). A injúria mecânica é causada por contatos das sementes com superfícies rígidas o que provocam quebras, trincas e arranhões. Sementes mecanicamente danificadas, além de dificultarem as operações de beneficiamento, apresentam redução na germinação e no vigor (Andrews, 1965 e Delouche, 1967).

O beneficiamento é importante fonte de injúria mecânica, devida, principalmente, às quedas sucessivas inerentes à operação. Delouche (1967) relata os transportadores, elevadores e outros equipamentos usados para movimentar sementes durante as etapas de colheita, beneficiamento e embalagem podem ter influência na qualidade da semente. Segundo Gregg et al. (1970), a capacidade de uma semente e produzir uma planta normal pode ser reduzida ou anulada por injúrias mecânicas recebidas durante o beneficiamento. Copeland (1972) destaca que o dano mecânico ocorrido na colheita pode acarretar redução na germinação da ordem de 10% e que o beneficiamento inadequado pode elevar esse índice para até 30%. Baudet et al. (1978) trabalhando com sementes de soja da cultivar Davis, concluíram que a elevação do número de passagens da semente por sistema elevador de caçambas, acoplado ao secador, aumenta a ocorrência de sementes visivelmente danificadas. Acrescentaram, ainda, que os efeitos dos danos mecânicos observados, são manifestados por efeitos latentes, após 180 dias de armazenamento pelas reduções na germinação e no vigor proporcionalmente às elevações da velocidade e do número de passagens pelo sistema elevador. Segundo Moore (1974), os efeitos latentes do dano mecânico, expressos por amassamento, produzem lesão que pode servir como meio de entrada para patógenos que afetariam a sanidade e a conservação durante o armazenamento. Bunch (1962) afirmou, também, que sementes mecanicamente danificadas, em virtude das injúrias interferirem na respiração e permitirem a entrada de microrganismos, que impedem que a semente seja adequadamente conservada até o momento da semeadura. Por outro lado, Matthews & Boyd (1969) observaram que o beneficiamento, além do aprimoramento na qualidade física de um lote, pode aumentar a qualidade fisiológica, se alguma das propriedades físicas estiver relacionada com o vigor. Assmann (1983), trabalhando com soja, constatou que a mesa gravitacional separou as sementes mais pesadas das mais leves, conseguindo separar as sementes deterioradas, danificadas por insetos, mecanicamente danificadas e mortas, melhorando as características físicas e fisiológicas dos lotes de baixo e médio vigor.

Um dos fatores que influenciam a suscetibilidade da semente ao dano mecânico é o grau de umidade nas sementes. Sementes com baixos graus de umidade (8%) são mais suscetíveis ao dano mecânico imediato, do que as com maiores graus de umidade (13%) (Jijon & Barros, 1983 e França-Neto, 1984). Grau de umidade, variabilidade genética e a interação destes fatores influenciam na reação diferenciada das sementes dos cultivares ao dano mecânico (Carbonell et al., 1993); vários são os trabalhos de pesquisa que demonstram a variabilidade genética existente na soja quanto à resistência da semente ao dano mecânico (Green et al. 1966; Agrawal & Menon, 1974; Paulsen & Nave, 1981; Costa et al. 1987 e Carbonell & Krzyzanowski, 1995).

O presente trabalho foi desenvolvido para avaliar a ocorrência de danos mecânicos nas sementes de soja durante o beneficiamento e suas relações com a qualidade fisiológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras de sementes de duas cultivares (Paiaguás e Dourados) de soja, de ciclo semi-tardio, oriundas de campos de produção instalados e conduzidos tecnicamente pelo Serviço de Produção de Sementes Básicas (Embrapa Sementes Básicas)-Gerência Local de Dourados, MS, de acordo com as normas para produção de Sementes Básicas (Embrapa, 1995), no ano agrícola 1995/96.

As amostragens, foram realizadas em dez pontos, do processamento na unidade de beneficiamento de sementes (UBS), paralelamente, foi coletada amostras em plantas colhidas e trilhadas manualmente. Cada uma das amostras coletadas, durante o beneficiamento, foi composta de quatro sub-amostras obtidas em intervalos de 30 minutos. As quatro sub-amostras coletadas em cada ponto, após a homogeneização, originaram uma amostra composta (3kg), encaminhada aos testes de laboratório. Os pontos de amostragens estão indicados na Figura 1.

O material coletado foi mantido, até o início das avaliações, sob condições não controladas de armazenamento nas dependências da UBS, (20 a 30°C e umidade relativa do ar de 63 a 85%).

Avaliação da qualidade das sementes: **teor de água** - determinado pelo método da estufa 105° ± 2°C, durante 24 horas, conforme prescrição das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); **teste de germinação (TG)** - conduzido com 200 sementes (quatro sub-amostras de 50 sementes) para cada tratamento, utilizando como substrato o rolo de papel, previamente umedecido com água destilada (na proporção de 2,5 vezes o seu peso inicial), conforme Brasil (1992). A temperatura do germinador foi de 25°C, com contagens no quinto e sétimo dia após a instalação do teste (Brasil, 1992); **teste de imersão** em

Pontos de amostragem: 1 – colheita manual (C.M.); 2 – moega receptora (M.R.); 3 – antes da pré-limpeza (P.L.); 4 – após a pré-limpeza (P.L.); 5 – após o silo de armazenamento temporário (S.A.T.); 6 – antes da máquina de ventilação e peneiras (M.V.P.); 7 – após a máquina de ventilação e peneiras (M.V.P.); 8 – antes do separador em espiral (S.E.); 9 – Antes da mesa de gravidade (M.G.1); 10 – Após a mesa de gravidade (M.G.2); 11 – balança ensacadora (B.E.).

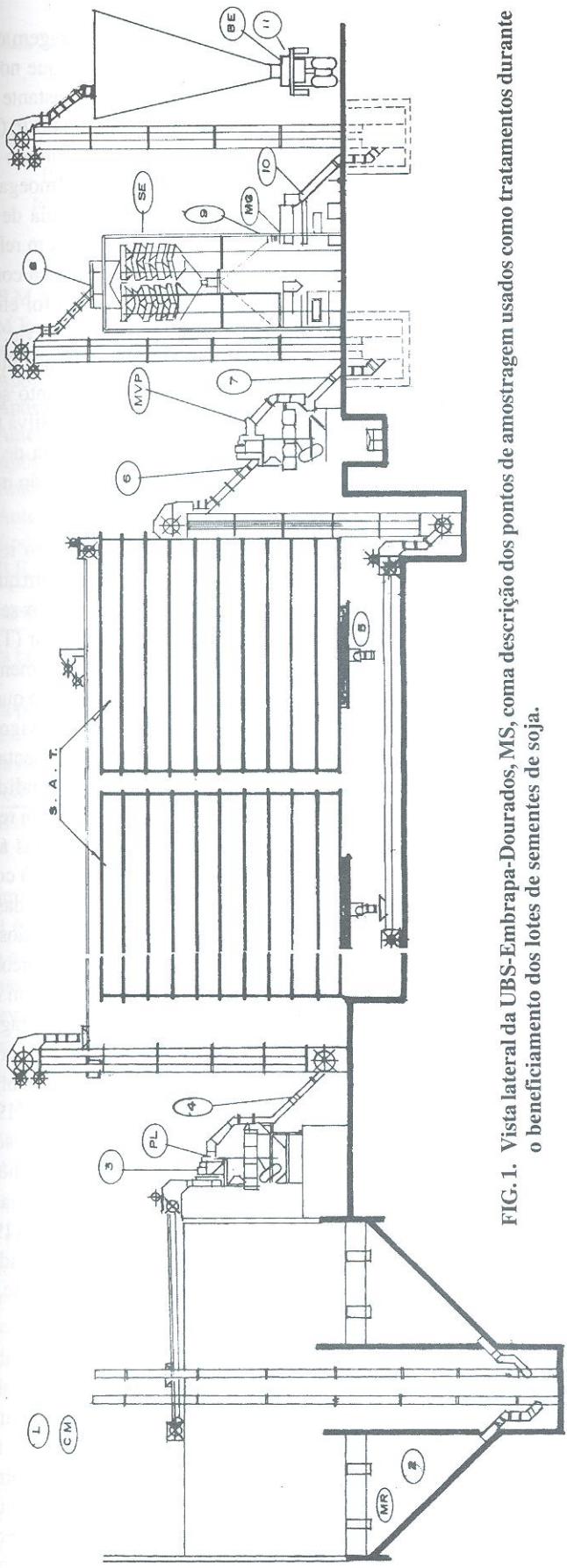


FIG. 1. Vista lateral da UBS-Embrapa-Dourados, MS, com descrição dos pontos de amostragem usados como tratamentos durante o beneficiamento dos lotes de sementes de soja.

hipoclorito de sódio - utilizaram-se quatro sub-amostras de 100 sementes para cada tratamento, colocadas em placas de Petri e cobertas com solução de hipoclorito de sódio a 5%, durante 10 a 15 minutos; após este período, as sementes foram distribuídas sobre folhas de papel-toalha, procedendo-se à contagem do número de sementes entumecidas e os resultados foram expressos em porcentagem média por tratamento (Marcos-Filho et al., 1987); **envelhecimento acelerado (EA)** - utilizaram-se 42g de sementes de soja (200 a 250 sementes) de cada tratamento (Tomes et al., 1988), colocadas em caixas plásticas de germinação, sobre uma tela de aço inox, contendo 40ml de água deionizada, que foram mantidas em câmara de envelhecimento sob 42°C e 100% de umidade relativa (Marcos-Filho et al., 1987), após 48 horas, as sementes foram colocadas para germinar em rolo de papel, sendo posteriormente feita a avaliação conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); **teste de tetrazólio (TZ)** - conduzido com 50 sementes por tratamento, em quatro sub-amostras, que foram colocadas para embeber em rolo de papel (tipo Germitest), por 16 horas e em estufa regulada a 30°C. Após esse período, as sementes foram transferidas para copos plásticos, totalmente imersas em solução de tetrazólio na concentração de 0,075% e submetidas a 45°C por aproximadamente 180 minutos, em estufa e no escuro. Após o desenvolvimento da coloração, foram feitas as avaliações de vigor (TZ 1-3), dano mecânico (TZ 1-8) e (TZ 6-8), de acordo com França-Neto et al., (1988). Os resultados foram expressos em porcentagem; **teste de condutividade elétrica (CE)** - realizado com quatro sub-amostras de 50 sementes, por tratamento, que foram pesadas e colocadas para embeber em copo plástico com 75ml de água deionizada durante 24 horas a 25°C (Loeffler et al., 1988 e Vieira, 1994). Após a embebição, foi realizada a leitura em condutímetro DIGIMED, Modelo CD 21, de eletrodo de constante 1. O valor obtido, dividido pelo peso das 50 sementes, foi expresso em $\mu\text{hos. cm}^{-1}. \text{g}^{-1}$; **teste de emergência das plântulas em campo (EC)** - realizado em solo previa e convenientemente preparado e a semeadura, em época recomendada para a soja (10/11/96), foi realizada manualmente à profundidade de 3cm. Foram utilizadas 200 sementes de cada tratamento, em quatro sub-amostras de 50 sementes, instaladas em linhas (20 sementes/m) de 2,5m espaçadas de 50cm entre si, (Nakagawa, 1994). Após a semeadura, o sulco foi coberto e irrigado por duas vezes. A contagem das plântulas emergidas foi feita aos 16 dias após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem; **velocidade de emergência das plântulas (IVE)** - utilizou-se a mesma instalação do teste de emergência das plântulas. Após o início da emergência, foram feitas observações diárias, até, que fosse obtida leitura constante, sendo consideradas como emersas as plântulas que apresentavam crescimento de 3cm, para a parte aérea (Nakagawa, 1994) e o cálculo adotado foi semelhante ao descrito por (Maguire, 1962).

Delineamento estatístico - foi utilizado o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial de 2 x 11, onde o primeiro fator representa as cultivares e o segundo os pontos de coletas, com quatro repetições. Para a comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Banzato & Kronka, 1995) e nas tabelas encontram-se os dados originais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água das sementes amostradas durante o beneficiamento são apresentados na Tabela 1. Não se verificaram diferenças significativas entre os teores de água nos pontos de amostragem durante o beneficiamento das sementes das duas cultivares. Porém, na média de umidade das duas cultivares, verificou-se que a cultivar Dourados apresentava menor teor de água (9,4%) do que a Paiaguás (10,1%).

Os valores médios dos danos mecânicos estão apresentados na Tabela 2 e os dados avaliados pelo hipoclorito de sódio mostram efeito significativo nos pontos de amostragem, bem como da interação entre cultivares e pontos. Para a cultivar Paiaguás, observou-se aumento significativo na porcentagem de danos mecânicos a partir do ponto dois (Moega) até o ponto 11 (BE) no beneficiamento, aumento este que pode ser atribuí-

do à colheita mecânica como também pela passagem das sementes através do elevador de canecas uma vez que no ponto um (colheita manual) a porcentagem de danos é bastante inferior. Com pesquisa semelhante Hoffman & McDonald Jr. (1981), verificaram que, durante o beneficiamento, o número de sementes danificadas aumentava 6% do ponto um (moega) até o ponto 11 (BE). Na cultivar Dourados, a ocorrência de danos mecânicos no beneficiamento só foi significativo em relação à colheita manual, mostrando que à colheita mecânica contribui com aumento dos danos e o beneficiamento não foi eficiente para melhorar a qualidade das sementes desta cultivar. Nesse sentido Krzyzanowski et al. (1991) não observaram efeitos significativos adversos da operação de beneficiamento sobre a qualidade de semente de soja. Costa et al. (1979), Silva (1983) e Costa et al. (1996) constataram que a incidência de danos mecânicos nas sementes colhidas mecanicamente, são maiores do que as colhidas manualmente.

Os dados de danos mecânicos avaliados pelo teste de tetrazólio (TZ-1-8), contidos na Tabela 2, demonstram que houve alta incidência de danos mecânicos, evidenciando-se assim o comportamento das cultivares em relação ao vigor (TZ 1-3) (Tabela 3). A cultivar Paiaguás apresentou numericamente menor incidência de danos do que a cultivar Dourados, o que pode ter contribuído para essa cultivar ter melhor nível de vigor. Este comportamento diferencial entre cultivares, fundamenta-se na variabilidade genética existente na soja para qualidade e suscetibilidade da semente ao dano mecânico como foi relatado por Krzyzanawski et al. (1989). Na cultivar Paiaguás a ocorrência de danos foi significativo somente em relação à colheita manual, mostrando que a colheita mecânica é uma das mais sérias fontes de danos mecânicos. Na cultivar Dourados, verificou-se uma variação na porcentagem de danos mecânicos entre os pontos amostrados, sendo que a maior porcentagem de danos ocorreu no ponto dois (moega), e a menor porcentagem no ponto um (colheita manual), demonstrando que além da colheita mecânica, o beneficiamento também contribui na ocorrência de danos mecânicos. De acordo com França-Neto (1984) a principal fonte de danos mecânicos para a semente de soja é a operação de colheita, ainda que grande parte desses danos possam também resultar das operações de secagem, beneficiamento e semeadura. Já Bunch, (1962); Zink (1966); Moore (1974) e Fagundes (1974) relatam que sementes de soja danificadas durante as etapas de colheita, beneficiamento e transporte, apresentam menor germinação e vigor.

Com relação aos danos mecânicos (TZ 6-8), na Tabela 2, não se verificou diferença significativa para a cultivar Paiaguás nos pontos de amostragem. Porém para a cultivar Dourados, verificou-se efeito significativo sobre a ocorrência de danos mecânicos durante o beneficiamento, contudo a porcentagem de danos mecânicos na colheita manual (ponto um) não diferiu do último ponto de amostragem, em consequência da remoção das sementes danificadas, através da espiral e mesa de gravida-

TABELA 1. Teor de água das sementes de duas cultivares de soja, amostradas durante o beneficiamento.

Pontos de amostragem	Teor de água (%)
1 - C.M.	10,9a*
2 - M.R.	9,3a
3 - Antes da P.L.	10,1a
4 - Após a P.L.	9,9a
5 - Após o S.A.T.	10,9a
6 - Antes da M.V.P.	10,9a
7 - Após a M.V.P.	9,9a
8 - Antes do S.E.	9,5a
9 - Antes da M.G.	9,8a
10 - Após a M.G.	9,7a
11 - B. E.	9,4a
F para Pontos de amostragem	1,06 ^{ns}
DMS	2,35
Cultivares	Teor de água (%)
Paiaguás	10,10a
Dourados	9,43 b
F para cultivares	5,73*
DMS	0,58
C.V. (%)	9,55

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 2. Valores médios de danos mecânicos em sementes de duas cultivares de soja, amostradas durante o beneficiamento.

Pontos de amostragem	Danos mecânicos (%)		Danos mecânicos (%)			
	(Hipoclorito)		(TZ 1 – 8)		(TZ 6 – 8)	
	Paiaguás	Dourados	Paiaguás	Dourados	Paiaguás	Dourados
1 - C.M.	0,50 dA	1,50 bA	3 bB	5 cA	2aA	6 cA
2 - M.R.	6,00 cdB	14,75aA	31aB	54aA	12aA	6 cA
3 - Antes da P.L.	8,50aB	16,50aA	34aA	46abA	7aA	13abcA
4 - Após a P.L.	16,50aA	13,50aA	29abA	23 bcA	13aB	7 cA
5 - Após o S.A.T.	13,00abcA	16,50aA	23abB	46abA	5aB	23aA
6 - Antes da M.V.P.	8,50 bcdB	18,00aA	36aA	45abA	10aA	21abA
7 - Após a M.V.P.	13,50abcB	19,50aA	39aA	45abA	10aA	10 bcA
8 - Antes do S.E.	10,00abcA	15,00aA	36aA	34abcA	9aA	14abcA
9 - Antes da M.G.	16,00abA	16,00aA	34aA	43abA	3aA	6 cA
10 - Após a M.G.	14,50abcA	19,00aA	42aA	33abcA	9aA	4 cA
11 - B.E.	12,50abcA	15,00aA	34aA	31abcA	11aA	9 bcA
Médias das cultivares	11,72 A	15,02 B	31B	38A	8B	10A
F para cultivares (C)	6,45**		8,23**		5,56*	
DMS	5,38		8,84		0,70	
F para pontos de amostragem (P)	11,58**		5,68**		4,27**	
DMS	8,98		27,98		12,21	
F para interação (P x C)	2,19**		3,30**		5,10**	
C.V. (%)	28,51		22,76		35,40	

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%..

de, diminuindo a porcentagem de sementes inviáveis no lote. Nesse sentido Hoffman & McDonald Jr. (1981) constataram que o número de sementes danificadas aumentava quando estas passavam através da correia transportadora e do conjunto de elevador, antes e após a espiral, sendo que em ambos os pontos as sementes danificadas foram removidas por operações subsequente, ou seja, pela espiral e mesa de gravidade. Hesse & Peske (1981) e Assmann (1983), trabalhando com soja, também verificaram que o uso da espiral melhorava a qualidade fisiológica das sementes dos lotes testados.

Analizando as cultivares, verificou-se comportamento distinto entre elas quanto a suscetibilidade ao dano mecânico (hipoclorito de sódio) e (tetrazólio 1-8 e 6-8), ao longo do processamento. A cv. Paiaguás apresentou no geral menores índices de danos em relação a Dourados. Isto pode ser fundamentado na variabilidade genética existente na espécie quanto à resistência a esse fator, como demonstrado para diversos genótipos por Agrawal & Menon (1974); Paulsen & Nave (1981); Costa et al. (1987); Krzyzanowski et al. (1989) e Cabonell & Krzyzanowski (1995).

Os valores médios de germinação (TG) e vigor (TZ 1-3) estão na Tabela 3. Na cultivar Paiaguás observou-se que o poder germinativo das sementes não foi afetado pelo

TABELA 3. Valores médios de germinação e de vigor (TZ 1-3) de sementes de duas cultivares de soja, amostradas durante o beneficiamento.

Pontos de amostragem	Germinação (%)		Vigor (%)	
	Paiguás	Dourados	Paiguás	Dourados
1 - C.M.	91,00aA*	79,50aB	88aA	76aA
2 - M. R.	86,00aA	74,00aB	65 cA	67abA
3 - Antes da P.L.	90,50aA	54,50 bB	64 cA	48 dB
4 - Após a P.L.	86,50aA	55,50 bB	71 bcA	51 cdB
5 - Após o S.A.T.	90,50aA	71,00aB	70 bcA	76aA
6 - Antes da M.V.P.	92,00aA	74,50aB	75abcA	75aA
7 - Após a M.V.P.	93,00aA	75,50aB	73abcA	66abA
8 - Antes do S.E.	92,50aA	71,00aB	76abcA	66abcB
9 - Antes da M.G.	91,50aA	74,50aB	69abcA	63abcdA
10 - Após a M.G.	95,00aA	74,50aB	81abA	73abB
11 - B.E.	90,00aA	71,50aB	70 bcA	60abcdB
Médias das cultivares	90,82A	70,55B	73A	63B
F para cultivares (C)	434,95**		6,45**	
DMS	6,43		5,38	
F para pontos de amostragem (P)	8,64**		11,58**	
DMS	7,59		8,98	
F para interação (P x C)	5,17**		2,19**	
C. V. (%)	5,65		28,51	

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

beneficiamento. Já, na cv. Dourados, observou-se redução significativa na porcentagem de geminação nos pontos três e quatro (P.L.) redução esta, provavelmente pode ser oriunda de efeito de amostragem, resultante de uma amostra de baixa qualidade fisiológica, visto que nas etapas seguintes, a qualidade permaneceu inalterada em relação à primeira etapa, a exemplo com o que ocorreu com a Paiaguás. Hoffman & McDonald Jr. (1981), constataram que as sementes danificadas durante as elevações e movimentos horizontais na linha de beneficiamento, eram removidas pela espiral e mesa de gravidade, melhorando assim a qualidade do lote de semente beneficiada. A cv. Paiaguás apresentou, durante o beneficiamento, os mais altos índices de germinação, comparados aos da cv. Dourados, que apresentou menor qualidade inicial de semente e maior suscetibilidade ao dano mecânico (Tabela 3), já que apresentava menor teor de água (Tabela 1). Sementes com baixos graus de umidade são mais suscetíveis ao dano mecânico imediato, resultando em reduções significativas da germinação, do que lotes de sementes com maiores graus de umidade (13%) (Jijon & Barros, 1983 e França-Neto, 1984). Graus de umidade, variabilidade genética nas cultivares e a interação destes fatores influenciam na reação das sementes quanto a suscetibilidade ao dano mecânico (Carbonell et al., 1993).

Os valores médios de vigor (TZ 1-3) na Tabela 3, mostram que a cultivar Paiaguás apresentou no geral, melhor nível de vigor do que a Dourados. Para as duas cultivares os valores de vigor variaram no decorrer do beneficiamento, apresentando em relação à colheita manual (ponto um) redução destes valores nos pontos dois e três da Paiaguás e três e quatro da Dourados, voltando a partir daí, a ter um incremento nestes valores. Para a cultivar Paiaguás a redução de vigor foi menos acentuada do que na cv. Dourados. Observou-se ainda no ponto três de amostragem (Tabela 3), que os danos mecânicos ocorridos na operação de descarga da moega, afetou a qualidade da semente desta última cultivar, associado provavelmente ao efeito de amostragem, já que, no ponto cinco o vigor apresentou-se alto, embora o sistema de descarga do silo, contribua para homogeneização da massa de semente, mas não escala de grandeza como observado. Este comportamento é em decorrência de danos mecânicos ocorridos durante a colheita e no beneficiamento. O incremento verificado no vigor, de uma maneira geral pode ser atribuído ao efeito positivo do processamento, removendo as sementes danificadas que contribuíam para reduzir o vigor. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Hoffman & McDonald Jr. (1981) que constataram que à medida que as sementes eram beneficiadas, verificava-se leve incremento na qualidade fisiológica, porém esse incremento era compensado pelos danos recebidos pelas sementes nas etapas seguintes do processamento.

Os valores médios de vigor avaliados pelos testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência das

plântulas em campo e índice de velocidade de emergência das plântulas em campo estão na Tabela 4. As duas cultivares apresentaram em relação envelhecimento acelerado, comportamento muito semelhante ao observado no teste de tetrazólio (TZ 1-3) (Tabela 3), ressaltando que na cultivar Paiaguás houve um decréscimo do vigor em relação à colheita manual. Já em relação a cv. Dourados a colheita manual não diferiu estatisticamente do último ponto do beneficiamento. Os dados de condutividade elétrica demonstram que, as duas cultivares, tiveram comportamento distintos no teste, o que de nota o efeito do genótipo, conforme observado por Panobianco et al. (1997). Para a cultivar Paiaguás observou-se diferença estatística, somente em relação à amostra que teve colheita manual evidenciando o efeito da colheita mecânica na ocorrência de danos mecânicos que propiciam maior lixiviação de metabólitos, e, consequentemente redução do vigor. Tao (1978) aponta o dano mecânico como fator que causa variação no teste de condutividade elétrica. Para a cultivar Dourados, verificou-se em relação à colheita manual (ponto um), decréscimo no vigor após a imposição de alguns tratamentos, em virtude de danos mecânicos impostos às sementes durante o beneficiamento. Entretanto, a condutividade elétrica das sementes no último ponto de amostragem não diferiu estatisticamente da verificada para a semente colhida manualmente. Moore (1974), relata que sementes de soja danificadas durante as operações de colheita, beneficiamento e transporte são seriamente comprometidas, com elevação dos porcentuais sementes quebradas e danificadas, proporcionando redução do vigor e da germinação.

Nos testes de emergência das plântulas em campo e índice de velocidade de emergência das plântulas (Tabela 4), a cultivar Paiaguás apresentou comportamento similar ao observado nos testes de tetrazólio (TZ 1-3) e envelhecimento acelerado, ou seja, ocorreu um decréscimo na porcentagem de vigor das sementes nos pontos três e quatro, sendo que a partir dos pontos subsequentes o vigor aumentou, apresentando no final os mesmos níveis estatísticos do início do beneficiamento. Tal fato demonstra mais uma vez os efeitos benéficos do beneficiamento sobre a qualidade das sementes. Observações similares foram demonstradas por Hoffman & McDonald Jr. (1981); Assmann (1983) e Vieira et al. (1996). A cultivar Dourados apresentou variações significativas na porcentagem de emergência a campo e índice de velocidade de emergência entre os pontos amostrados durante o beneficiamento, porém, a amostra que teve colheita manual, não diferiu estatisticamente da amostra do último ponto de coleta. Analisando o comportamento entre cultivares em relação ao vigor envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência a campo e índice de velocidade de emergência, observou-se a cultivar Paiaguás também apresentou melhor desempenho comparado com a Dourados. Comportamento este atribuído possivelmente a variabilidade genética, quanto à qualidade de semente.

TABELA 4. Valores médios de vigor, [envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), de emergência das plântulas em campo (EC) e índice de velocidade de emergência de plântulas em campo (IVE)] de sementes de duas cultivares de soja, amostradas durante o beneficiamento.

Pontos de Amostragem	EA (%)		CE (%)		EC (%)		IVE (%)	
	Paiaguás	Dourados	Paiaguás	Dourados	Paiaguás	Dourados	Paiaguás	Dourados
1 - C.M.	92aA*	75aB	59 bB	93 cA	87abcA	87aA	6,25aA	5,87aA
2 - M.R.	54 eB	63abB	97aA	98 bcA	81 bcdA	79abA	5,61abcA	5,33abA
3 - P.L.	59 deA	47 cB	92aB	124aA	74 dA	44 cB	4,65 cA	2,96 cA
4 - P.L.	61 bcdeA	36 cB	95aB	108 bA	79 cdA	68 bA	4,89 bcA	4,30 bB
5 - S.A.T.	76 bA	65abcB	87aB	106 bcA	90abA	78abB	5,90abA	5,18abB
6 - M.V.P.	71 bcdA	60 bB	95aB	126aA	82abcdA	78abB	5,50abcA	4,93abB
7 - M.V.P.	71 bcdA	69abB	92aB	106 bcA	89abcA	77 abB	6,04abA	4,95abB
8 - S.E.	73 bcA	74aA	89aB	105 bcA	81 bcdA	85aB	4,87 bcB	5,67aA
9 - M.G.	66 bcdA	68ab A	98aB	101 bcB	93aA	76abB	6,21aA	5,59aA
10 - M.G.	75 ba	68ab A	88aB	105 bA	93aA	81aA	6,07aA	5,76aA
11 - B.E.	77 ba	70ab A	86aB	103 bcA	89abcA	80aB	5,00abA	5,21abB
Médias das culturas	71A	65B	85B	107A	86A	76B	5,63A	5,66B
F para cultivares (C)	30,56**		185,61**		86,96**		24,49**	
DMS	9,27		8,84		6,87		0,70	
F para pontos de amostragem (P)	30,56**		13,70**		20,40**		13,19**	
DMS	15,78		14,75		11,47		1,17	
F para interação (C x P)	2,99**		7,93**		9,38**		3,45**	
C.V. (%)	6,42		6,70		6,03		9,31	

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

- os danos mecânicos podem ocorrer a cada ponto do beneficiamento e são cumulativos;

- o beneficiamento de sementes de soja pode aprimorar a qualidade de um lote em termos de germinação e vigor, dependendo da qualidade inicial e da cultivar;

- os resultados desta pesquisa sugerem que vários estudos devem ser realizados no sentido aumentar a eficiência do beneficiamento de sementes de soja, como por exemplo na otimização dos equipamentos, e no planejamento de fluxos que reduzam o número de passagens das sementes pelos elevadores para minimizar a danificação mecânica à semente.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, V.K. & MENON, S.K. Lignin content and seedcoat thickness in relation to seedcoat cracking in soybean. *Seed Research*, India, v.2, p.64-66, 1974.

ANDREWS, C. Mechanical Injury on seeds. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMAN, 1965, Mississippi. *Proceedings*. Mississippi: Seed Technology Laboratory, 1965. p.125-130.

ASSMANN, E.J. *Seed density and quality relationships in gravity graded soybean seed*. Mississipi: Mississipi State University. 1983, 89p. (Tese Doutorado).

BANZATO, D.A. & KRONKA, S.N. *Experimentação Agrícola*. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

BAUDET, L., POPINIGIS, F. & PESKE, S.T. Danificações mecânicas em sementes de soja transportadas por um sistema de elevadores. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v.3, n.4, p.29-38, 1978.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasilia: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BUNCH, H.D. Problems in seed processing. *Seed Word*, Chicago, v.90, n.9, p.9-11, 1962.

CARBONELL, S.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; OLIVEIRA, M.C.N.; FONSECA-JUNIOR, N.S. Teor de umidade das sementes de soja e métodos de avaliação do dano mecânico provocado no teste de pendulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.1, p.1277-1285, 1993.

CARBONELL, S.A.M. & KRZYZANOWSKI, F.C. The pendulum test for screening soybean genotypes to mechanical damage. *Seed Science & Technology*, Zürich. v.23, p.331-339, 1995.

COPELAND, L.O. How seed damage effects germination *Crops & Soils Magazine*, Madison, v.24, n.9, p.9-22, 1972.

- COSTA, A.V.; KUENEMAN, E.A. & MONTEIRO, P.M.F.D. Varietal differences in soybean for resistance to physical damage off seed. *Soybean Genetics Newsletter*, East Lansing, v.14, p.73-76, 1987.
- COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M. & HENNING, A.A. Avaliação das perdas e dos efeitos da colheita mecânica sobre a qualidade fisiológica e a incidência de patógenos em sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.1, n.3, p.59-70, 1979.
- COSTA, N.P.; OLIVEIRA, M.C.N.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MESQUITA, C. de M. & TAVARES, L.C.V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.18, n.2, p.232-237, 1996.
- DELOUCHE, J.C. Mechanical damage to seed. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMAN, 3, Mississippi, 1967. *Proceedings...* Mississippi: Seed Technology Laboratory, 1967. p.69-71.
- DELOUCHE, J.C. Haversting holding and storage of soybean seed. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMAN, 15, Mississippi, 1972. *Proceedings...* Mississippi: Mississippi State University, 1972. p.17-22.
- EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Recomendações Técnicas para Matogrosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados, 1995. 121p. (Circular Técnica, 1).
- FAGUNDES, S.R.F. **Latente effects of mechanical injury on soybean seed (*Glycine max* (L.) Merr.).** Starkville: Mississippi State University, 1971. 80p. (Dissertação Mestrado).
- FAGUNDES, C. Como predizer a qualidade de um lote de sementes. *Semente*, Brasília, v.0, p.14-18, 1974.
- FRANÇA-NETO, J.de B. & HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).
- FRANÇA-NETO, J.de B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.da.; KRZYZANOWSKI, F.C. & HENNING, A.A. **Metodologia do teste de tetrazólio em semente de soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1988. 60p. (Documentos, 32).
- GREEN, D.E.; CARVANA, L.E. & PINNELL, E.L. Effect of seed moisture content, field weathering and combine cylinder speed on soybean seed quality. *Crop Science*, Madison, v.6, n.1, p.7-10, 1966.
- GREGG, B.R.; LAW, A.G.; VIRDI, S.S. & BALIS, J.S. **Seed processing.** Mississippi: Mississippi State University, 1970. p.328-44.
- HESSE, S.R. & PESKE, S.T. Separador em espiral para remoção de sementes de feijão miúdo em sementes de soja. *Tecnologia de Sementes*, Pelotas, v.1-2, p.118, 1981.
- HOFFMAN, A. & McDONALD Jr., M.B. Maintaining soybean seed quality during conditioning. In: SOYBEAN SEED RESEARCH CONFERENCE, 11, Ohio, 1981. *Proceedings...* Ohio: Agricultural Research and Development Center, 1981. p.73-91.
- JIJON, A.V. & BARROS, A.C.S.A. Efeito dos danos mecânicos na semeadura sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merril). *Tecnologia de Sementes*, Pelotas, v.6, n.1/2, p.3-22, 1983.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P.; MIRANDA, Z.F.S.; KIHL, R.A.S. KASTER, M. & SOUZA, P.I. Caracterização de genótipos de soja de ciclo precoce e médio quanto a qualidade fisiológica e sua interrelações com aspectos morfológicos. In: EMBRAPA.
- CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA. **Resultados de Pesquisa de Soja 1988/1989.** Londrina, 1989. p.315-324.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.de B. & COSTA, N.P. Efeito da classificação da semente de soja por tamanho sobre a sua qualidade e a precisão de semeadura. *Revista Brasileira de Semente*, Brasília, v.13, n.1, p.59-68, 1991.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, East Lansing, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- MAGUIRRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.1, p.176-7, 1962.
- MARCOS-FILHO, J.; CICERO, S.M. & SILVA, W.R. **Avaliação da Qualidade da Semente.** Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MATTHEWS, R.K. & BOYD, A.H. Electrical properties of seed associated with viability and vigor. Reprinted from: *Transactions of the Am. Soc. of Agric. Eng.*, St. Joseph, v.12, n.6, 1969.
- MOORE, R.P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E.M. (ed.). **Viability of seeds.** London: Chapman and Hall, 1974. p.94-113.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. (ed.). **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. & KRZYZANOWSKI, F.C. Metodologia para seleção de genótipos de soja com sementes resistentes ao dano mecânico-relação com o conteúdo de lignina. In: EMBRAPA-SOJA. **Resultados de Pesquisa de Soja 1996.** Londrina, 1997. p.142-143.
- PAULSEN, M.R. & NAVARRE, W.R. Soybean seed quality affected by impact damage. *Transaction of the Am. Soc. of Agric. Eng.*, St. Joseph, v.24, p.1577-82/1589, 1981.
- POPINIGIS, F. **Immediate effects of mechanical injury on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.).** Mississippi: Mississippi State University, 1972. 72p. (Dissertação Mestrado).
- SILVA, C.M. **Efeitos da velocidade do cilindro, abertura do côncavo e do teor da umidade sobre a qualidade da semente de soja.** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1983. 97p. (Dissertação Mestrado).
- TAO, J.K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. *Journal of Seed Technology*, East Lansing, v.3, n.4, p.43-66, 1978.
- TOMES, L.T.; TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. *Journal of Seed Technology*, Springfield, v.12, n.1, p.24-36, 1988.
- VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. (eds.). **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.
- VIEIRA, C.P.; VIEIRA, R.D. & PASCHOALICK, J.H.N. Effects of mechanical damage during soybean seed processing on physiological seed quality and storage potential. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.22, p.581-589, 1996.
- ZINK, E. **Immediate and latente effects of mechanical abuse on the germination of soybean.** Mississippi: Mississippi State University, 1966, 65p. (Dissertação Mestrado).