

# EFEITO DA COLHEITA MECÂNICA DA SOJA NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FISIOLÓGICAS E QUÍMICAS DAS SEMENTES EM TRÊS ESTADOS DO BRASIL<sup>1</sup>

NILTON PEREIRA DA COSTA<sup>2</sup>, CEZAR DE MELLO MESQUITA<sup>2</sup>, ANTONINHO CARLOS MAURINA<sup>4</sup>, JOSÉ DE BARROS FRANÇA-NETO<sup>2</sup>, JOSÉ ERIVALDO PEREIRA<sup>3</sup>, JOSÉ RENATO BORDIGNON<sup>3</sup>, FRANCISCO CARLOS KRZYZANOWSKI<sup>2</sup> E ADEMIR ASSIS HENNING<sup>2</sup>

**RESUMO** - A colheita mecânica da soja quando não realizada com ajustes adequados dos sistemas de trilha, separação e limpeza da máquina colhedora, causa redução acentuada da qualidade da semente. Com o objetivo de diagnosticar a qualidade da soja produzida nos estados do Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso, foram analisadas 365 amostras de sementes de diferentes cultivares de soja, na safra 1996/97. As amostras foram coletadas, do tanque graneleiro da colhedora, por diversas instituições da extensão rural, empresas de sementes e de pesquisa. Na análise estatística dos dados aplicou-se um delineamento inteiramente casualizado, comparando-se as médias pelo teste de Tukey. Para avaliação da qualidade, foram utilizados os seguintes parâmetros: quebra, ruptura de tegumento, dano mecânico (TZ 6-8), deterioração por umidade (TZ 6-8), lesões por percevejos (TZ 6-8), germinação, vigor (TZ 1-3), viabilidade (TZ 1-5), análises de óleo, proteínas e teor de acidez. A análise estatística mostrou que a elevada porcentagem de quebras, danos mecânicos, ruptura de tegumento, associados aos índices de deterioração por umidade e lesões por percevejos, afetaram significativamente as sementes provenientes das Regiões Oeste e Norte do Paraná, quando comparado com o Sul do Paraná e com as dos estados de Santa Catarina e Mato Grosso. Estes fatos se manifestaram pela redução do vigor, da viabilidade e da germinação da maioria das cultivares avaliadas. Foi observado que a velocidade do cilindro de trilha inferior a 500rpm, levou a obtenção de uma melhor qualidade fisiológica das sementes, embora não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Por sua vez, os dados também mostraram que as cultivares produzidas do estado do Mato Grosso apresentaram maiores teores de óleo e menor índice de acidez em relação as outras regiões. Assim sendo, pode-se concluir que na safra agrícola de 1996/97, a Região Sul do Paraná e os estados de Santa Catarina e Mato Grosso apresentaram melhor padrão de qualidade de sementes de soja, quando comparado com as demais regiões estudadas. Termos de indexação: dano mecânico, controle de qualidade, vigor.

## EFFECT OF SOYBEAN MECHANICAL HARVESTING UPON PHYSICAL, PHYSIOLOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SEEDS IN THREE BRAZILIAN STATES

**ABSTRACT** - Soybean mechanical harvesting shows important reduction in seed quality when adequate adjustments of threshing, separating and cleaning systems of combines are not done. This study, carried out during the 1996/97 soybean harvest season, aimed to define a profile of the grain and seeds qualities produced in the Brazilian States of Parana, Santa Catarina and Mato Grosso, where different seeds samples from different cultivars were analyzed. Those samples were collected directly from the grain reservoir of the combine, during harvesting. To evaluate their quality, the following parameters were analyzed: breakage, seed coat rupture, germination, vigor, viability, stink bug, damage by weathering, mechanical damage, protein and oil content and

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 26.04.2001; manuscrito aprovado pelo Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Soja, sob o número 042/2000.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, PhD., pesquisador, Embrapa Soja, Cx. Postal 231, 86.001-

970, Londrina-PR; bolsista do CNPq; e-mail: nilton@cnpso.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, MSc., Pesquisador Embrapa Soja.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Emater/PR, Cx.Postal 1662, 80035-270, Curitiba-PR.

acidity. The results indicated that high levels of breakage, mechanical damage and seed coat rupture associated to the levels of damage by weathering and by stink bugs affected significantly the seeds produced in the West and North regions of Parana, when compared to the ones produced in the Southern region and in the States of Santa Catarina and Mato Grosso. It was observed that the threshing cylinder working at speeds lower than 500rpm resulted in better seed quality as the levels of breakage and mechanical damage were reduced. Soybean produced in the State of Mato Grosso presented statistically higher oil content and lower acidity, when compared to the soybean produced in the other places. It was concluded that the Southern region of Parana State and the States of Santa Catarina and Mato Grosso produced the best quality of seeds during the 1996/97 crop, when compared to the ones produced in the Western and Northern regions of the State of Parana.

Index terms: mechanical damage, quality control and vigor.

## INTRODUÇÃO

A crescente modernização da agricultura brasileira tem exigido dos diferentes setores, mudanças profundas no sentido de racionalização do processo produtivo. Dentro desse contexto, pode-se afirmar que a colheita mecânica, quando não efetuada rigorosamente, pode proporcionar perdas expressivas tanto em quantidade como em qualidade do produto colhido. Diversos estudos têm indicado que a colheita mecânica da soja é considerada uma etapa de custos elevados e, geralmente, proporciona obtenção de matéria prima comprometida, em função da falta de manutenção das colhedoras e de ajustes dos sistemas de trilha, separação e limpeza do produto colhido. Segundo França-Neto et al. (1998), sementes de soja são muito sensíveis aos impactos mecânicos, uma vez que as partes vitais do embrião, como radícula, hipocótilo e plúmula, estão situados sob o tegumento pouco espesso que praticamente não lhes oferece proteção.

Para entender o processo de danificação ou quebra de sementes e grãos durante a colheita é importante destacar que a maioria das colhedoras usa o sistema convencional de cilindro e côncavo por alimentação tangencial, cuja patente original foi registrada há mais de 200 anos (Quick & Buchele, 1978). A ação rígida desse sistema de trilha realizada entre o cilindro e o côncavo envolve ações simultâneas de impacto, compressão e atrito (esfregamento), com velocidades das barras do cilindro de aproximadamente 50km/h. Devido à agressividade dessa operação, parece lógico admitir que a lavoura colhida e levada a passar entre esses dois componentes poderá ser danificada ou fragmentada em partes de diferentes tamanhos com redução da qualidade do produto colhido. Por outro lado, o sistema de trilha axial, concepção mecânica alternativa que envolve as mesmas ações de impacto, compressão e atrito, foi introduzido em alguns modelos de

colhedoras americanas há cerca de 25 anos, embora tenha sido patenteado na Alemanha em 1886, portanto, há mais de um século (Atares, 1990). Segundo Skromme (1977), as colhedoras com esse sistema apresentam maior capacidade de colheita e reduzem os índices de danos mecânicos em relação às colhedoras com o sistema de trilha de alimentação tangencial. Entretanto, a pesquisa tem mostrado que tanto o sistema de trilha de alimentação tangencial como o axial, podem produzir níveis elevados de danos mecânicos e de quebras de sementes e grãos. De acordo com Gasparetto et al. (1977), o que se espera de um mecanismo de trilha é a eliminação das perdas de sementes durante o processo, redução dos danos mecânicos macro e microscópicos transmitidos às sementes e a separação dos grãos. Acrescentam ainda que, considerando esses parâmetros, a operação de trilha, com os sistemas atualmente empregados, ainda está longe do nível desejado de eficiência. Algumas pesquisas têm mostrado que um dos principais problemas relacionados com a redução da qualidade de sementes de soja, são os elevados índices de injúria mecânica, que geralmente propiciam percentuais acentuados de descartes de lotes com prejuízos consideráveis para o setor sementeiro brasileiro (Costa et al., 1995). A principal fonte de danos mecânicos é a operação de colheita, ainda que parte expressiva dos mesmos possa resultar das operações de secagem, processamento, transporte, armazenamento e semeadura (França-Neto & Henning, 1984). Impactos causados pelos mecanismos de trilha da máquina colhedora geralmente são a maior fonte de danos mecânicos às sementes e aos grãos de soja.

Os níveis de danos mecânicos são reduzidos quando as sementes atingem a maturidade de campo, na faixa de umidade entre 15% a 13%, onde se obtém os maiores níveis de vigor e de viabilidade. A obtenção de matéria prima abaixo dos níveis dos padrões de qualidade, poderá comprometer,

no futuro próximo, a competição de mercado da soja brasileira. Assim sendo, cultivares de soja estão sendo melhoradas para uma série de características, tais como: resistência para doenças e pragas, maiores teores de óleo e proteína e tegumento com maior teor de lignina, visando melhorar tanto as qualidades física e fisiológica da soja produzida em diferentes regiões. O objetivo do presente estudo foi diagnosticar e avaliar o efeito da colheita mecânica da soja produzida na safra agrícola 1996/97, em três estados do Brasil, nas características físicas, fisiológicas, teores de óleo, proteínas e acidez do óleo das sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a condução da pesquisa, realizada na safra 1996/97, foram utilizadas amostras de sementes de soja das cultivares BR-37, BR-36, BR-4, BR-16, EMBRAPA-4, FT-Abyara, OCEPAR-13 e OCEPAR-14 no Paraná; BR-16, MT/BR 50 (Parecis) e BR-36 no Estado do Mato Grosso e na BR-16 em Santa Catarina. No Estado do Paraná, as amostras foram coletadas por técnicos das Emater/PR, Sementes Mauá, Embrapa Soja, Cooperativa de Rolândia/PR, Área de Negócios Tecnológicos/Ponta Grossa/Paraná; no Estado do Mato Grosso, por técnicos da Área de Negócios Tecnológicos/Embrapa de Rondonópolis, Sementes Girassol/Rondonópolis e Empaer/MT, e no Estado de Santa Catarina, por técnicos da Coopernorte. Amostras de sementes, pesando aproximadamente 3kg, foram retiradas do tanque graneleiro no momento da colheita. Posteriormente, as amostras foram embaladas em sacos de pano e enviadas por via aérea para a Embrapa Soja, para as análises de qualidade. As colhedores independentemente das marcas avaliados, foram agrupados em três velocidades de cilindro de trilha, ou seja, <500rpm, entre 500rpm e 700rpm e >700rpm. Os parâmetros empregados para avaliar a qualidade das sementes, foram: quebra, ruptura do tegumento (teste de hipoclorito), dano mecânico, deterioração por umidade (TZ 6-8), lesões de percevejos (TZ 6-8), germinação, vigor (TZ 1-3), viabilidade (TZ 1-5), teores de óleo, proteínas e acidez de óleo. Para realizar os testes descritos, as amostras de todas as cultivares foram submetidas ao processo de homogeneização. O teste de germinação foi realizado com 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) para cada cultivar. As sementes foram semeadas em rolos de papel germiteste, umedecidos com uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso e colocadas em germinador regulado a 25°C, por cinco dias. A contagem das plântulas foi realizada ao quinto dia após a semeadura, segundo Brasil (1992). Os dados da germinação foram tabula-

dos e computados em percentagem de plântulas normais por amostra. Para avaliar a ruptura do tegumento, foram utilizadas 100 sementes intactas (duas subamostras de 50 sementes), as quais foram colocadas em placa de Petri e cobertas com hipoclorito de sódio (5%), por 15 minutos. Em seguida, eliminou-se o excesso da solução, distribuí-se as sementes sobre duas folhas de papel germiteste e procedeu-se a contagem do número de sementes com tegumentos rompidos. Os dados obtidos foram apresentados em percentagem por tratamento, conforme descrito por Vaughan (1982). Para o teste de tetrazólio foram retiradas 100 sementes de cada cultivar, as quais foram acondicionadas em papel germiteste umedecido, com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso, durante 16 horas, em temperatura ambiente. Passado esse período, as sementes foram colocadas em copos de becker, numa solução de concentração de 0,075% de 2,3,5-trifenil-cloreto-de-tetrazólio, e em seguida, foram colocadas no escuro, em estufa, com temperatura entre 35 e 40°C, por três horas. Após a lavagem em água corrente, as sementes foram analisadas individualmente, verificando-se a percentagem de vigor, de viabilidade, de deterioração por umidade, de danos mecânicos e de lesões por percevejos, conforme metodologia descrita por França-Neto et al. (1998), onde a qualidade é posto em evidência e permitindo, dessa forma, uma interpretação rigorosa na caracterização dos níveis de viabilidade. A importância da causa da perda de qualidade (percevejo, deterioração por umidade e injúria mecânica) é aquilatada pelo percentual de sementes que perderam sua viabilidade (classes 6 a 8), devido a um desses danos. Para a avaliação do teor de óleo, percentagem de proteínas e acidez do óleo de soja, foi usada a metodologia proposta por Pregnotatto & Pregnotatto (1985). Para a análise estatística dos resultados utilizou-se de blocos inteiramente casualizados, com três repetições e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados não foram transformados em arco seno.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a inadequação dos sistemas de trilha, retrilha, separação e limpeza, independentemente de modelos de colhedoras empregadas, proporcionam sérios problemas de quebras, ruptura de tegumento e dano mecânico de sementes de soja, conforme ilustrado nas Figuras 1 e 2. Também, associado a esses fatores, a análise estatística indicou níveis acentuados de deterioração por umidade e de lesões por percevejos, causando desta forma a redução do vigor, da germinação e da viabilidade das sementes da



**FIG. 1.** Lesões ocasionadas por danos mecânicos em sementes, durante a etapa de colheita mecânica, detectadas pelo teste de tetrazólio e que causam a redução da germinação e do vigor de sementes de soja. Embrapa Soja, Londrina, PR. 2001.

Fonte: França-Neto et al. (1998).



**FIG. 2.** Sementes danificadas durante a colheita mecânica em diferentes regiões produtoras de soja do Brasil. Embrapa Soja, Londrina, PR.

Fonte: França Neto & Henning (1984).

maioria das cultivares avaliadas, principalmente, nas regiões Oeste e Norte do Paraná, quando comparados com as demais regiões, conforme Tabelas 1 e 2. Estes resultados estão de acordo com as afirmações de Atares (1990), Costa et al. (1994), Costa et al. (1996), França-Neto & Henning (1984) e Gasparetto et al. (1977) onde citam que ajustes inadequados do sistema de trilha das colhedoras, manejo inadequado de percevejos, condições quentes e úmidas na período de maturação da soja, geralmente propiciam a obtenção de sementes de soja de baixa qualidade. Observou-se, ainda, que em todas as regiões avaliadas, ocorreram níveis significativos de quebras, ruptura de tegumento e danos mecânicos (Tabela 1) nas sementes da maioria das cultivares, indicando que a semente de soja apresenta grande sensibilidade aos impactos mecânicos, uma vez que as partes vitais do embrião, como radícula, hipocótilo e plúmula estão situados sob um tegumento pouco espesso, conforme ilustrado na Figura 1.

França-Neto & Henning (1984) também enfatizam que a principal fonte de danos mecânicos verifica-se geralmente na etapa de colheita, afetando severamente a qualidade da semente produzida em algumas regiões produtoras de soja. Partindo-se dessa constatação, o problema poderá ser amenizado, desde que os produtores de soja utilizem tecnologias atualmente disponíveis, como as descritas por Mesquita et al. (1999) e Costa et al. (1994 e 1996), ou seja, fazendo ajustes rigorosos do sistema de trilha das máquinas e, também, do monitoramento diário da umidade da semente, principalmen-

te, nos períodos mais quentes do dia, ou colhendo à medida que a temperatura ambiente seja mais amena, ou ainda, utilizando-se, de técnicas adequadas de manejo de pragas. As análises estatísticas mostraram que não ocorreram diferenças significativas entre as três velocidades do cilindro de trilha, ou seja, a <500rpm; entre 500 e 700rpm e >700rpm, quanto aos níveis de qualidade da semente obtida; porém, verificou-se uma ligeira superioridade em valores absolutos com ganhos de germinação, do vigor e da viabilidade, quando a velocidade do cilindro de trilha operava com rotação inferior a 500rpm, inclusive, ocorrendo redução nos índices de quebras, de ruptura do tegumento e danos mecânicos nas sementes (Tabela 3).

Quanto aos teores de óleo, proteína e acidez das cultivares de soja, os resultados estatísticos indicaram que não ocorreram diferenças significativas entre as sementes colhidas nas três regiões, à exceção, do estado do Mato Grosso, que apresentou uma ligeira superioridade em termos de percentagem de óleo e proteína e menor teor de acidez no óleo. Contudo, os percentuais de óleo, proteínas e acidez, estão dentro dos padrões aceitáveis, tanto em termos de quantidade como de qualidade, indicando que a colheita mecânica, não afetou a qualidade do óleo, proteína e índice de acidez que pudessem comprometer o padrão de qualidade da soja produzida nas três regiões do Brasil, conforme os resultados da Tabela 4. Enfatiza-se que não se encontrou informações na literatura, que caracterizem aspectos de variações nas qualidades física e fisiológica de sementes de soja, com relação a alterações dos teores de óleo, proteína e de acidez de óleo.

**TABELA 1. Porcentagens médias de quebra, ruptura do tegumento (teste de hipoclorito) e danos mecânicos (TZ 6-8) de sementes de soja, provenientes de três regiões do Brasil, na safra agrícola 1996/97. Embrapa Soja, Londrina-PR, 2001.**

Regiões		Análises físicas das sementes		
		Sementes quebradas	Ruptura do tegumento	Dano mecânico
Paraná	Sul	8,2a	17,3a	7,8a
	Oeste	9,8a	16,8a	9,9a
	Norte	9,2a	16,7a	8,1a
Santa Catarina		9,2a	17,4a	7,7a
Mato Grosso		8,4a	17,2a	6,6a

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

**TABELA 2. Porcentagens médias de deterioração por umidade (TZ 6-8), lesões por percevejos (TZ 6-8), germinação, vigor (TZ 1-3) e viabilidade (TZ 1-5) de sementes de soja, provenientes de três regiões do Brasil, na safra agrícola 1996/97. Embrapa Soja, Londrina-PR, 2001.**

Regiões		Análises fisiológicas das sementes				
		Deterioração por umidade	Lesões por percevejos	Germinação	Vigor	Viabilidade
Paraná	Sul	2,3 b	1,5ab	88,1a	73,2ab	89,1ab
	Oeste	5,3a	3,7ab	79,9 b	63,7 c	82,1 c
	Norte	3,4ab	4,5a	82,0ab	68,5 bc	85,0 bc
Santa Catarina		2,2 b	1,5ab	87,4a	77,0a	89,3ab
Mato Grosso		1,8 b	0,7 b	88,2a	81,0a	90,7a

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

**TABELA 3. Porcentagens médias de quebra, ruptura de tegumento (teste de hipoclorito), dano mecânico (TZ 6-8), germinação padrão, vigor (TZ 1-3) e viabilidade (TZ 1-5) de sementes de soja, provenientes de três regiões do Brasil, em função de três velocidades do cilindro de trilha da colhedora, na a safra agrícola 1996/97. Embrapa Soja, Londrina-PR, 2001.**

Velocidade do cilindro	Análises físicas e fisiológicas das sementes					
	Sementes quebradas	Ruptura do tegumento	Dano mecânico	Germinação	Vigor	Viabilidade
<500 rpm	8,9a	8,9a	7,2a	84,5a	71,3a	87,2a
entre 500 e 700 rpm	9,1a	9,1a	8,8a	81,8a	68,5a	84,7a
>700 rpm	9,8a	9,8a	9,5c	81,0a	68,0a	84,6a

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

**TABELA 4. Porcentagens médias dos teores de óleo, proteína e acidez do óleo de em função de várias cultivares de soja provenientes de três regiões do Brasil, na safra agrícola agrícola 1996/97. Embrapa Soja, Londrina-PR, 2001.**

Regiões	Análise química das sementes de soja (%)			
	Óleo	Proteína	Acidez	
Paraná	Sul	18,6 c	40,8a	0,44 a
	Oeste	19,2 b	40,9a	0,44 a
	Norte	19,1 bc	40,4a	0,41 a
Santa Catarina		18,6 c	41,7a	0,43 a
Mato Grosso		19,8a	41,5a	0,32 b

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

## CONCLUSÕES

- Sementes de soja produzidas no Sul do Paraná, em Santa Catarina e Mato Grosso, apresentaram menores índices de deterioração por umidade, de danos mecânicos e de lesões de percevejos, obtendo-se assim melhor vigor, maior viabilidade e melhor germinação;
- velocidade do cilindro de trilha inferior a 500rpm, promoveram menores índices de ruptura do tegumento, de injúria mecânica e de sementes quebradas ocorridas na colheita mecânica, resultando em melhor qualidade fisiológica das sementes;
- o estado do Mato Grosso apresentou menor índice de acidez do óleo e maior percentual de óleo de soja, quando comparado com as demais regiões estudadas.

## REFERÊNCIAS

- ATARES, P.A. Novedades en la recolección de receales (news on grain harvesting). **Maquinas y Tractores**, Pamplona, v.1, n.5, p.24-35, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

- COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. & KRZYZANOWSKI, F.C. Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.12-19, 1994
- COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PARÔ, H. & MENDES, M.C. Diagnóstico da qualidade de sementes de soja produzidas no Estado do Mato Grosso, MT. **Arq. Biol.Tecnol.**, Curitiba, v.38, n.2, p.565-582, 1995.
- COSTA, N.P.; OLIVEIRA, M.C.N.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MESQUITA, C.M.; TAVARES, L.C.V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.232-237, 1996.
- FRANÇA-NETO, J.B. & HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica da semente**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. p.5-24. (Circular Técnica, 9).
- FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. & COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72p. (Documentos, 116).
- GASPARETTO, E.; ZEN, M. & GUADAGNIN, A. Ultra-high speed movie observation of a conventional threshing mechanism (cylinder-concave-rear beater) working on wheat. In: INTERNATIONAL GRAIN AND FORAGE HARVESTING CONFERENCE, 1, Ames, 1977. **Proceedings**. St. Joseph: ASAE, 1977. p.104-111.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C. & ANDRADE, J.G.M. Colheita mecânica da soja: avaliação das perdas e da qualidade física do grão. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.3, p.44-53, 1999.
- PREGNOLATTO, W. & PREGNOLATTO, N.P. (coord.). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, p.25-26; p.42-45.
- QUICK, G.R. & BUCHELE, W. **The grain harvesters**. St. Joseph: Ed. American Society of Agricultural Engineers, 1978. 269p.
- SKROMME, L.H. Progress report on twin rotor combine concept of rotary threshing and separation. In: INTERNATIONAL GRAIN AND FORAGE HARVESTING CONFERENCE, 1, Ames, 1977. **Proceedings**. St. Joseph: ASAE, 1977. p.188-191.
- VAUGHAN, C.E. The chlorox test (soybean). Quality assurance technique (emphasis: mechanical damage). In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, Mississippi State, 1982. **Proceedings**. Mississippi: Seed Technology Laboratory, Mississippi State University, 1982. p.117-118.

