

PERDAS QUANTITATIVAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA EM DIFERENTES CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE DUAS COLHEDORAS

QUANTITATIVE LOSSES IN THE SOYBEAN MECHANIZED HARVESTING IN DIFFERENT OPERATIONAL CONDITIONS OF TWO HARVESTERS

Stefânia Caixeta MAGALHÃES¹; Beatriz Costa OLIVEIRA²; Anderson TOLEDO³; Rubens Andre TABILE³; Rouverson Pereira SILVA⁴

1. Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – FCAV, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. stefaniacaixeta@yahoo.com.br; 2. Bióloga, Syngenta Seeds ; 3. Engenheiro Agrícola, Doutorando, Departamento de Engenharia Rural - DER, FCAV- UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 4. Professor, Doutor, DER-FCAV-UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.

RESUMO: A perda de grãos durante a colheita mecanizada está entre os principais problemas encontrados na produção de soja. Diante disso, este trabalho objetivou caracterizar as perdas quantitativas no sistema de colheita mecanizada em área de produção comercial de grãos de soja, em função da velocidade de deslocamento e ano de fabricação de colhedoras. A colheita foi realizada utilizando-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, sendo os tratamentos compostos por dois modelos de colhedoras operando em duas velocidades de deslocamento, 4,0 a 4,5 km h⁻¹ e de 6,0 a 7,0 km h⁻¹, com cinco repetições. Foram utilizadas colhedoras Massey Ferguson 5650 Advanced, ano de fabricação 2003 e Massey Ferguson Advanced 5650, ano de fabricação 2004. Foram avaliadas as perdas de grãos de soja ocasionadas pelos sistemas de limpeza, de separação, por deficiência de corte na plataforma da colhedora e as perdas totais. Concluiu-se que as perdas no sistema de separação foram influenciadas pela colhedora, as demais variáveis não tiveram alterações significativas e que as perdas no sistema de limpeza apresentaram maior contribuição para as perdas totais.

PALAVRAS-CHAVE: Colhedora. Velocidade de deslocamento. *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

Parte dos alimentos produzidos no mundo é perdida muitas vezes pelo descaso com que é tratado, com ocorrência em toda a cadeia produtiva, desde a implantação da cultura até o consumo final (GERMIRO et al., 2003). Parte significativa das perdas ocorre durante a colheita mecanizada, reduz a avaliação da produtividade e rentabilidade da operação e exploração, com prejuízos ao produtor, visto que, essa é a operação final do processo produtivo, momento no qual o grão tem o maior valor agregado (SGARBI, 2006).

Para mudar esse quadro, a colheita mecanizada tem experimentado grande evolução tecnológica, em busca de maior eficiência (ZABANI et al., 2003). No caso da soja, por se tratar de uma cultura em que o processo produtivo pode ser totalmente mecanizado, a colheita merece atenção especial.

As regulagens das colhedoras podem afetar o nível de perdas ocorridas durante a colheita da soja. Neste sentido, Ferreira et al. (2007) encontraram diferenças quanto às perdas quantitativas em função das velocidades de deslocamento de uma colhedora SLC 1165, sendo que, para as menores velocidades ocorreram as maiores perdas. A interação entre os fatores

velocidade e abertura de côncavo (39 e 29 mm) ocasionou diferença nas perdas somente para a menor abertura, também maiores para a menor velocidade estudada.

Avaliando 21 colhedoras em dez propriedades produtoras de soja nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba - MG, Campos et al. (2005) não encontraram diferenças entre as perdas quantitativas de grãos em função da velocidade de deslocamento das colhedoras.

Mesquita et al. (2001) analisaram a influência da velocidade de deslocamento nos níveis de perdas quantitativas e porcentagem de grãos quebrados. Não foram encontradas diferenças expressivas para estas variáveis em diferentes colhedoras utilizadas na colheita da soja no estado do Paraná, com velocidades de até 4 km h⁻¹, de 4 a 7 km h⁻¹ e acima de 7 km h⁻¹, porém com coeficiente de variação de 71,7%, concluíram que as perdas quantitativas tendem a aumentar de forma acentuada com velocidades superiores a 7 km h⁻¹.

Da mesma forma, Mesquita et al. (2002), ao comparar colhedoras mecanizadas em diversos estados brasileiros, encontraram diferenças para as perdas de grãos em função da velocidade de deslocamento, o que indica que as perdas

quantitativas possuem comportamento diretamente proporcional ao acréscimo de velocidade de deslocamento das colhedoras.

Câmara et al (2007), ao avaliar o tamanho da área da armação utilizada na determinação de perdas na colheita mecanizada de soja, concluíram que a área das armações interfere na quantificação das perdas totais na cultura da soja. De acordo com Roessing et al (1981), o agricultor tem grande preocupação em colher o mais rápido possível, fora da época recomendada, e esta falta de cuidados necessários, aumentam as perdas na colheita de soja. Para que haja redução das perdas na colheita mecanizada de grãos, é importante conhecer a origem dessas perdas, sejam elas quantitativas ou qualitativas. Esse conhecimento influencia, portanto, diretamente na receita do produtor (PINHEIRO NETO; GAMERO, 1999).

Silva (2004) afirma que quanto à participação no custo final de produção, a operação de colheita é destaque dentre as etapas que compõem o processo produtivo das principais culturas de cereais. Nas culturas do milho e da soja, o custo de suas atividades oscila entre 30 a 40% do total das operações.

As origens das perdas são diversas e ocorrem antes e durante a colheita. De acordo com EMBRAPA (2005) 80 a 85% das perdas na colheita ocorrem pela ação dos mecanismos da plataforma de corte das colhedoras (molinete, barra de corte e caracol), 12% ocasionadas pelos mecanismos internos (trilha, separação e limpeza) e 3% causadas por deiscência natural.

Mesquita et al. (2001) observaram que as perdas podem ser parcialmente evitadas, quando adota-se uma série de cuidados tais como monitoramento rigoroso das velocidades de trabalho da colhedora e aferição regular dos mecanismos de trilha, limpeza e separação. Alguns fatores a serem considerados neste caso são: a regulação básica das colhedoras, que envolvem altura de corte da plataforma, velocidade do molinete, rotação do cilindro trilhador, abertura entre cilindro e côncavo, velocidade de deslocamento, entre outros. Também existem fatores ligados às perdas de grãos, não oriundos do processo de colheita mecanizada como a deiscência das vagens, semeadura inadequada, escolha errada da cultivar, ocorrência de plantas oportunistas, desenvolvimento falho da cultura.

Costa et al. (1996) afirmam que a velocidade média mais utilizada na colheita mecânica da soja pelas colhedoras tem sido em torno de 4,5 km h⁻¹. Mesquita et al. (2002) observaram que à medida que ocorre aumento de velocidade de deslocamento da colhedora, as perdas

aumentam e que o tempo de uso das colhedoras também interfere nas perdas.

Portanto, nesta pesquisa objetivou-se caracterizar as perdas quantitativas de produtividade por área, no sistema de colheita mecanizada de uma propriedade comercial de produção de grãos de soja, em função da velocidade de deslocamento e ano de fabricação das colhedoras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a colheita mecanizada da safra 2006/07 de soja, na Fazenda Samello 3, na região de Sacramento, Minas Gerais, Brasil, com coordenadas geodésicas 19°48' latitude Sul, 47°19' longitude Oeste e altitude média de 1120 metros. A região apresenta clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo Cwa, definido como clima subtropical úmido com inverno seco e verão quente. O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999).

A condução da cultura de soja foi realizada em sistema de plantio direto e ficou a cargo da Fazenda Samello, foi utilizado o híbrido CD 217, produzido por COODETEC - Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, classificado quanto ao grupo de maturação como semi-precoce, apresentando população final de 350.000 plantas por hectare. Todos os tratos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, sendo os tratamentos compostos por duas colhedoras com anos de fabricação distintos, operando em duas velocidades de deslocamento, com cinco repetições para cada tratamento, sendo que, cada parcela possuía 30 m de comprimento por 5,0 m de largura. Foram avaliadas as perdas de grãos de soja ocasionadas pelos sistemas de limpeza, de separação, de corte e perdas totais.

As colhedoras utilizadas foram:

- Massey Ferguson 5650 Advanced, ano de fabricação 2003 (C1), com cilindro de trilha de fluxo transversal, motor Turboalimentado com potência de 130 kW (175 cv) no motor a 2400 rpm, sistema de limpeza tipo fluxo conduzido, operando com rotação do cilindro de trilha de 900 rpm e rotação constante no molinete de 35 rpm;
- Massey Ferguson 5650 Advanced, ano de fabricação 2004 (C2), com cilindro de trilha de fluxo transversal, motor Turboalimentado com de potência de 130 kW (175 cv) no motor a 2400 rpm, sistema de limpeza tipo fluxo

conduzido, operando com rotação do cilindro de trilha de 900 rpm e rotação constante no molinete de 29 rpm.

As duas colhedoras possuíam plataforma de corte de 5,0 m de largura, dotadas de sistema de flutuação lateral, e as velocidades de deslocamento utilizadas foram 4,5 km h⁻¹ (V1) e 6,5 km h⁻¹ (V2), estas foram aferidas pela cronometragem da operação nos 50 metros de cada parcela.

Para a avaliação de perda de grãos utilizou-se uma armação retangular de 5,0 x 0,4 m totalizando área de 2 m², colocada transversalmente às fileiras de semeadura, conforme metodologia descrita por Mesquita e Gaudêncio (1982). As perdas na operação foram mensuradas por meio da coleta de todos os grãos sobre o solo, vagens que continham grãos e plantas que possuíam vagens com grãos, após a passagem da colhedora, dentro da armação.

O material coletado teve sua umidade determinada segundo metodologia estabelecida pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1992) pela diferença entre o peso úmido e o peso seco dos grãos, secos em estufa a 105°C por um período de 24 horas. Posteriormente, os dados foram convertidos para a umidade de 13% em base seca.

Os valores da massa de grãos perdidos que foram coletados na armação retangular, já convertidos para a umidade de 13%, foram extrapolados para um hectare por meio de regra de três simples, com os valores expressos em kg ha⁻¹.

As perdas dos grãos foram divididas em perdas por deficiência na altura de corte (Pcor), quando os grãos dentro da armação estavam em plantas que continham vagens com grãos; perdas provocadas pelo sistema de separação (Psep) para os grãos dentro das vagens dispostas no solo; e perdas pelo sistema de limpeza (Plim), determinada pela massa de grãos livres encontrados no solo dentro da armação; e perdas de grãos total (Ptot), sendo calculada pela soma das perdas anteriores, sendo os

dados apresentados em kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Realizou-se a análise descritiva, das variáveis amostradas, para permitir a visualização geral do comportamento dos dados. Os parâmetros considerados foram as medidas de tendência central (média aritmética e mediana), de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação) e de assimetria e curtose, além do teste de Anderson-Darling, para caracterizar a normalidade dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade dos grãos no momento da colheita foi de 22,1 % ± 1,2 e a produtividade média da área foi 8.129 kg ha⁻¹. Os resultados de perda de grãos no momento da colheita são apresentados na Tabela 1 e 2 e Figura 1. Ressalta-se que, para a Tabela 2, a interpretação dos mesmos se inicia pelo teste F; caso esse seja significativo para algum dos fatores (colhedora ou velocidade), o teste de Tukey é aplicado junto à média na própria tabela. Os dados referentes aos fatores colhedoras e velocidade representam, para cada, médias de 10 observações.

As interações não foram significativas para P<0,05, desta forma, cada interação foi considerada um tratamento individual e procedeu-se o teste de Média.

Observa-se que a variável perdas por deficiência na altura de corte (Tabela 2), não diferiu estatisticamente entre si para nenhum dos fatores analisados. Verifica-se que, o valor médio das perdas foi de 43,09 kg ha⁻¹ na maior velocidade, sendo este praticamente o dobro do encontrado na menor velocidade, que foi de 21,84 kg ha⁻¹. A ausência de diferença significativa se deve, principalmente, ao coeficiente de variação muito elevado (81,87%), apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Análise estatística descritiva das perdas por deficiência na altura de corte (Pcor); perdas no sistema de separação (Psep); perdas no sistema de limpeza (Plim); e perdas totais (Ptot), causadas por duas colhedoras.

Variáveis	M	Md	DP	CV	Amp	Cs	Ck	Teste
	-----Kg há ⁻¹ -----			%				
Pcor	32,46	23,38	26,57	81,87	104,55	1,52	2,27	-
Psep	14,48	15,41	8,57	59,19	33,51	1,04	1,43	N
Plim	41,68	39,13	14,17	34,00	51,33	1,21	1,36	-
Ptot	88,62	76,08	36,98	41,72	134,37	0,98	0,50	N

M: Média; Md: Mediana; DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação; Amp: Amplitude; Cs: Coeficiente de Assimetria; Ck: Coeficiente de Curtose; Teste: Teste de normalidade Anderson-Darling (N: distribuição normal; -: distribuição não-normal).

Tabela 2. Síntese da análise de variância e teste de médias para as variáveis perdas por deficiência na altura de corte (Pcor); perdas no sistema de separação (Psep); perdas no sistema de limpeza (Plim); e perdas totais (Ptot).

Fatores	Pcor kg ha ⁻¹		Psep		Plim		Ptot	
Colhedora (C)								
MF 5650 / 2003 (C1)	29,8	A	9,0	B	37,9	A	76,6	A
MF 5650 / 2004 (C2)	35,1	A	20,0	A	45,5	A	100,6	A
Velocidade (V)								
4,5 km h ⁻¹ (V1)	21,8	A	14,2	A	42,4	A	78,4	A
6,5 km h ⁻¹ (V2)	43,1	A	14,8	A	41,0	A	98,8	A
Teste F								
C	0,22	NS	12,78	**	1,42	NS	2,22	NS
V	3,50	NS	0,22	NS	0,43	NS	1,60	NS
C x V	1,07	NS	0,53	NS	1,08	NS	0,21	NS

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. NS: não significativo (P>0,05); *: significativo (P<0,05); **: significativo (P<0,01).

Nota-se que a variável perdas no sistema de separação (Tabela 2) diferiu com relação a colhedora utilizada, sendo que, a colhedora do ano de 2003, apresentou melhores resultados, indicando que regulagens, manutenção, e cuidados com operação são mais eficientes para evitar perdas do que o ano de fabricação do maquinário, que corrobora com Mesquita et al. (2001).

Com relação a variável perdas no sistema de limpeza (Tabela 2), verifica-se que não houve diferença significativa para nenhum dos fatores analisados. Em contra partida do que ocorreu para a variável perdas por deficiência da altura de corte o coeficiente de variação não foi tão elevado (34,00%), informado na Tabela 1.

Detecta-se que as perdas totais (Tabela 2) não apresentaram diferenças para os fatores analisados, entretanto, apresentaram média que excede o recomendado por Moraes et al., (1996) de 60 kg ha⁻¹ ou 1 saca ha⁻¹ para perdas na cultura da soja, evidenciando que deve haver maior cuidado nas regulagens das colhedoras.

Ao analisar as médias do fator velocidade

(Tabela 2) para Pcor, Psep e Plim, nota-se que há grande variação somente entre as médias de Pcor, que significa que a variação das perdas totais é devido à deficiência na altura de corte. Com isso, aumento da velocidade de deslocamento da colhedora gera ineficiência no sistema de flutuação da plataforma.

CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa para as variáveis perdas por deficiência na altura de corte, perdas no sistema de limpeza e perdas totais.

A colhedora influenciou nas perdas no sistema de separação, sendo que a de ano 2003 apresentou melhores resultados.

As perdas no sistema de limpeza apresentaram maior contribuição para as perdas totais. Desta forma, percebe-se que a regulagem, treinamento do operador e estado de conservação da colhedora são importantes para minimizar as perdas, indiferente do ano de fabricação das colhedoras.

ABSTRACT: Mechanized harvesting losses are one of the main problems in the soybean production. This work aimed characterize the quantitative losses of productivity for area, in the mechanized harvesting system in commercial production soybean grains, in function of harvesting displacement speed and year of production. The test was accomplished using a randomized design in a factorial scheme 2x2, being treatments composed by two harvesting operating in two speeds, 4,0 a 4,5 km h⁻¹ and 6,0 a 7,0 km h⁻¹, with five replications for each treatment. The harvesting used Massey Ferguson 5650 Advanced, year of production 2003 e Massey Ferguson 5650 Advanced, year of production 2004. They were evaluated the soybean grains losses caused by the cleaning and separation systems, cut deficiency in the harvesting cutterhead and total losses. The results showed the losses of systems of separation was influenced by harvesting, and the others variables are not significative alterations and the losses in the systems of cleaning showed more contribution for the total losses.

KEYWORDS: Harvesting. Speed. *Glycine max.*

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.
- CAMARA, F. T.; R. P.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; GROTTA, D. C. C.; REIS, G. N. Influência da área de amostragem na determinação de perdas totais na colheita de soja. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 909-913, 2007.
- CAMPOS, M. A. O.; SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H. C. B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 207-213, 2005.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Sistemas de produção 9: tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil 2006**. Londrina, 2005. 220p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.
- FERREIRA, I. C.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 15, n. 2, p. 141-150, 2007.
- GERMINO, R.; BENEZ, S. H.; SILVA, A. R. B. ; SILVA, P. R. A. ; MAHL, D. . Análise da viabilidade da colheita mecânica da cultura do milho (*Zea mays* L.) cultivada em diferentes espaçamentos entre linhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. Anais... Jaboticabal: SBEA, 2003.
- MESQUITA, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A. **Medidor de perdas na colheita de soja e trigo**. Londrina:EMBRAPA/Soja, 1982. p. 1-8. (Comunicado técnico, 15).
- MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; PEREIRA, J. E.; MAURINA, A. C.; ANDRADE, J. G. M. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 197-205, 2001.
- MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; PEREIRA, J. E.; MAURINA, A. C.; ANDRADE, J. G. M. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: safra 1998/1999. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 398-406, 2002.
- MORAES, M. L. B.; REIS, Â. V.; TOESCHER, C. F.; MACHADO, A. L. T. **Máquinas para colheita e processamento dos grãos**. Pelotas: UFPel, 1996.
- PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C. A. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas de grãos de soja (*Glycine max.* (L.) Merrill). **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 52-68, 1999.
- ROESSING, A. C.; MESQUITA, C. M.; QUEIROZ, E. F.; COSOTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; OLIVEIRA, F. T. G.; SILVA, J. B. Redução das perdas na colheita de soja e seus aspectos econômicos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja/EMBRAPA, 1981. v. 1,p. 418-435.
- SILVA, S. S. S. **Logística aplicada à colheita mecanizada de cereais**. 2004. 148f. Dissertação (Mestrado em

Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
SGARBI, V. P. **Perdas na colheita de milho (*Zea mays* L.) em função da rotação do cilindro trilhador e umidades dos grãos.** 2006. 40f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

ZABANI, S.; SILVA, R. P.; CAMPOS, M. A. O.; BUSO, L. G. M.; MESQUITA, H. C. B. Perdas na colheita de soja em duas propriedades na safra de 2002/2003. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2003.