

# Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa

Vandoir Holtz<sup>1</sup>, Elton Fialho dos Reis<sup>2</sup>

## RESUMO

As perdas que ocorrem durante a colheita mecanizada de cereais implicam grandes prejuízos para agricultores e para o País. Na colheita da soja, boa parte das perdas poderia ser evitada. Assim sendo, com este trabalho objetivou-se avaliar as perdas físicas e fisiológicas de sementes de soja, durante a colheita, em diferentes dias e horários. As perdas quantitativas foram agrupadas em perdas na plataforma de corte, perdas nos mecanismos internos e perdas totais, e foram avaliadas em dois horários do dia, entre 9 h e 10 h, e entre 14 h e 15 h, nos dias 18 e 29 de Março e 20 de abril, e, em um experimento paralelo, em três horários, entre 9 h e 10 h, entre 14 h e 15 h e entre 20 h e 21 h, no dia 20 de Abril. As perdas qualitativas foram avaliadas, para sementes colhidas, entre 14 h e 15 h, nos dias 18 e 29 de Março e 20 de Abril, por meio de teste de tetrazólio e de condutividade elétrica. Verificou-se aumento significativo das perdas totais, de 121%, entre o primeiro e o último dia de colheita. A variação das perdas totais durante o dia mostrou-se significativa, atingindo 387,3 kg ha<sup>-1</sup> às 21 h. A qualidade fisiológica diminuiu ao longo do período. O horário entre 14 e 15 h apresentou maior perda na plataforma de corte; porém, as perdas totais foram menores. A análise de correlação mostra que as perdas totais são fortemente influenciadas pela umidade da palha.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, semente, qualidade, vigor, viabilidade.

## ABSTRACT

### Losses in mechanized harvesting soybean: a quantitative and qualitative analysis

The losses that occur during mechanized harvesting of cereals imply large prejudice for farmers and for the Country. For soybeans, much of the losses could be avoided. Thus, in this context, the objective of this study was to evaluate physiological and physical losses of soybean seeds during harvest at different days and times. The losses were grouped in losses on the platform of cutting, losses in the internal mechanisms and total losses. The quantitative losses were evaluated at two times of day, between 09:00 and 10:00 and between 14:00 and 15:00 on 18 and 29 March and 20 April and, in a parallel experiment, in three hours, between 09:00 and 10:00, between 14:00 and 15:00 and between 20:00 and 21:00 on 20 April. The qualitative losses were evaluated in seeds harvested between 14:00 and 15:00 on 18 and 29 March and 20 April by tetrazolium test and electrical conductivity. There was a significant increase in total losses of 121% between the first and last day of harvest. The variation of total losses during the day was significant, reaching 387.3 kg ha<sup>-1</sup> at 21:00 h. The physiological quality decreased over the period. The time between 14:00 and 15:00 h showed greater loss in the platform of cutting, but the total losses were lower. The correlation analysis shows that total losses are strongly influenced by moisture straw.

**Key words:** *Glycine max*, seed quality, vigor, viability.

Recebido para publicação em 27/09/2011 e aprovado em 19/04/2013

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola. Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, BR 153, 3105, Caixa Postal 459, Fazenda Barreiro do Meio, 75132-903, Anápolis, Goiás, Brasil. vandoirholtz@hotmail.com (autor para correspondência).

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Doutor. Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, BR 153, 3105, Caixa Postal 459, Fazenda Barreiro do Meio, 75132-903, Anápolis, Goiás, Brasil. fialhoreis@ueg.br

## INTRODUÇÃO

As perdas que ocorrem durante a colheita mecanizada da soja implicam grandes prejuízos, frequentemente superiores a 120 kg ha<sup>-1</sup> (Embrapa, 2008), impactando na receita de famílias e empresas agrícolas. Além disso, impostos deixam de ser arrecadados e a escassez de alimentos é agravada. Mesquita *et al.* (2001) observaram que as perdas podem ser parcialmente evitadas, proporcionando redução no custo de produção e incremento no lucro dos envolvidos na atividade.

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas, desde a década de 70, buscando minimizar as perdas na colheita de soja, tanto no Brasil, como em outros países produtores (Dall'Agnol *et al.*, 1973; Wolff & Tonini, 1975; Mesquita *et al.*, 1980; Finardi & Souza 1981; Costa *et al.*, 1996; Mesquita *et al.*, 1998; Campos *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2007). Essas pesquisas definiram como aceitável as perdas de até 45 kg ha<sup>-1</sup> (Embrapa, 2008).

Além das perdas quantitativas, as variações climáticas e a época da colheita também ocasionam perdas qualitativas às sementes. A colheita mecânica e o beneficiamento são as principais fontes de danos mecânicos em sementes. Na colheita, a semente fica particularmente susceptível ao dano mecânico, imediato ou latente (Paiva *et al.*, 2000), porque os danos podem-se apresentar logo no momento da colheita ou em consequências futuras para o armazenamento e semeadura.

Tanto o dano mecânico imediato quanto o latente são originados no momento da debulha, isto é, no momento em que forças consideráveis são aplicadas sobre as sementes, a fim de separá-las das vagens. Isto ocorre, principalmente, por causa dos impactos provenientes do cilindro de trilha, no momento em que a massa colhida passa pelo côncavo. A semente na colhedora é um corpo estático, contra o qual se movimenta um corpo metálico, as barras do cilindro trilhador (Carvalho & Nakagawa, 2000).

A regulagem de rotação do cilindro de trilha e a distância entre este e o côncavo são essenciais à qualidade do produto e para a redução das perdas, que ocorrem na unidade de trilha (Mesquita & Gaudêncio, 1997). A velocidade de deslocamento da colhedora e a velocidade do molinete podem ser determinantes das perdas na plataforma de corte.

A avaliação do processo de colheita das sementes inclui, necessariamente, a observação da danificação mecânica e da quantidade de sementes perdidas. Em lavouras comerciais, a reduzida danificação mecânica necessita ser acompanhada de baixo percentual de perdas na operação de colheita. As danificações mecânicas são progressivas e acumulativas. As que ocorrem na colheita são somadas às que ocorrem no sistema de secagem,

beneficiamento e semeadura. Por isso, necessitam ser minimizadas, em cada uma dessas etapas, para que o produto final não tenha sua qualidade comprometida (Hamer & Peske, 1997).

Os sojicultores, observando o grau de umidade das sementes, iniciam a colheita no período da manhã, com umidade do ar elevada e temperatura amena. Também é comum que se prolongue a colheita após o anoitecer, sendo encerrada com o aumento da umidade e diminuição da temperatura. Porém, pouca atenção tem sido dada às perdas geradas na plataforma de corte, nos horários de maior calor e menor umidade relativa do ar.

Objetivou-se, com este trabalho, mensurar as perdas quantitativas e qualitativas das sementes de soja, colhidas em diferentes horários e dias, sujeitas aos efeitos das variações climáticas, buscando estabelecer suas correlações com a umidade da palha, grau de umidade e temperatura da semente da soja, bem como identificar se as perdas ocorreram na plataforma de corte ou nos mecanismos internos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Fazenda Andrea, ou Sozinha, durante março e abril de 2010, no município de Goianópolis-Go. A fazenda encontra-se localizada nas coordenadas geodésicas 16° 27' Latitude Sul e 49° 00' Longitude Oeste, com altitude média de 1.060 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AW tropical úmido, caracterizado por inverno seco e verão chuvoso, com precipitação pluvial média anual entre 1200 e 1800 mm. O cultivar avaliado foi BRS Valiosa RR, geneticamente modificado, desenvolvido pelo Convênio Cerrados (Embrapa/Agência Rural/CTPA), com ciclo de maturação de 124 dias (ciclo médio), recomendado para as regiões de GO, DF e MG.

Para a colheita, foi utilizada uma colhedora da marca New Holland, modelo TC 57, ano de fabricação 2003, com plataforma de 5,20 m, trabalhando nas condições habituais de operação da propriedade, com velocidade média de deslocamento de 6 km h<sup>-1</sup>, velocidade de molinete de 90 rpm, cilindro trilhador com velocidade de 800 rpm e a abertura do côncavo mantida em 6, na escala da colhedora.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3 x 2, três dias (18 e 29 de março e 20 de abril) e dois horários (entre 09 e 10 h; e entre 14 e 15 h), com quatro repetições. Também foi realizado um experimento paralelo, instalado em delineamento inteiramente casualizado, cujos tratamentos foram três horários de colheita (entre 09 e 10 h; entre 14 e 15 h; e entre 20 e 21 h) no dia 20 de abril, com quatro repetições, para avaliar as perdas durante o dia de colheita. Cada observação foi realizada, aleatoriamente, no campo, em função do deslocamento da colhedora.

As perdas foram mensuradas, coletando-se todas as sementes e vagens caídas no solo, dentro de uma armação retangular, construída com madeira e fio de *nylon*, com 5,2 x 0,385 m, totalizando a área 2 m<sup>2</sup>. A maior dimensão da armação foi 5,20 m, que coincidia com a largura da plataforma e era colocada no sentido transversal ao deslocamento da colhedora (Mesquita *et al.*, 1998).

Para determinação das perdas na pré-colheita, a armação foi posicionada antes da entrada da colhedora na área, sendo coletadas as sementes e vagens que estavam na superfície do solo e que não poderiam ser colhidas mecanicamente. Para a avaliação das perdas de sementes na plataforma de corte, o operador parou e desligou os mecanismos da colhedora, repentinamente e, em seguida, recuou-a. A armação foi instalada na frente da colhedora, em espaço delimitado pela área ainda não colhida e os rastros dos pneus dianteiros da colhedora. Para determinação das perdas totais na colheita, a armação foi posicionada na área já colhida, logo após a passagem da colhedora. Foram recolhidas todas as sementes do solo, dentro da área delimitada pela armação (Mesquita *et al.*, 1998).

Os valores da massa de sementes perdidas foram extrapolados para kg ha<sup>-1</sup> (13% b.u.). Para determinar a massa das sementes perdidas na plataforma, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$PLAT = MSR - PN$$

As perdas totais foram determinadas com a seguinte fórmula:

$$PTOT = MSR - PN$$

As perdas ocorridas nos mecanismos internos da colhedora foram determinadas por diferença, usando-se a fórmula:

$$PMI = PTOT - PLAT - PN$$

em que: PLAT é massa das perdas na plataforma de corte; MSR é massa das sementes recolhidas na área delimitada pela armação; PN é massa das perdas naturais; PTOT é a massa das perdas totais; PMI é massa das perdas nos mecanismos internos da colhedora.

Para a determinação dos teores de água na palha da soja, foi empregado o método gravimétrico, conforme recomendação da ASAE Standards (ASAE, 2000) para forrageiras e similares (plantas ou folhas).

As perdas quantitativas, referentes às sementes perdidas no campo durante a colheita mecânica, foram avaliadas em dois horários do dia, entre 09 e 10 h, e entre 14 e 15 h, nos dias 18 e 29 de março e 20 de abril. Para avaliar as perdas quantitativas, influenciadas pelas variações atmosféricas no decorrer do dia, foi montado um experi-

mento paralelo, com coletas realizadas em três horários, entre 09 e 10 h, entre 14 e 15 h e entre 20 e 21 h, no dia 20 de abril.

As perdas qualitativas foram avaliadas para sementes colhidas entre 14 e 15 h nos dias 18 e 29 de março e 20 de abril.

O grau de umidade e a temperatura das sementes foram determinados em campo, utilizando-se aparelho medidor de umidade e de temperatura da marca Motonko. As sementes foram coletadas, em quatro repetições, no momento da descarga. Para fins de análise estatística, seu teor de água foi corrigido para 13%, base úmida.

Para a avaliação da qualidade física, foram coletadas quatro amostras de sementes, no momento da descarga do graneleiro, em cada horário especificado, bem como quatro testemunhas, debulhadas manualmente. Posteriormente, essas amostras foram submetidas ao teste de tetrazólio e de condutividade elétrica, para determinação do vigor e viabilidade das sementes.

Foi realizado teste de tetrazólio, com condicionamento abreviado, em que 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) foram hidratadas em papel germitest, previamente umedecido com água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel original (seco). Em seguida, foram submetidas a condicionamento, durante 6 h, à temperatura de 41°C. Depois de completado o período de hidratação, duas subamostras foram utilizadas para determinação do grau de umidade, pelo método padrão da estufa, para verificar se atingiu teor superior a 27%, a fim de validar o teste. As outras duas subamostras foram colocadas em solução de 0,075% de cloreto 2, 3,5 trifenil tetrazólio, por duas horas, no escuro, a 40°C. Após a coloração, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas imersas em água, para a avaliação. As sementes foram classificadas em percentagem de sementes vigorosas e viáveis, conforme a ficha de avaliação, com classificação de 1 a 8, sendo o vigor a somatória da percentagem de 1 a 3 e, a viabilidade, a somatória da percentagem de 1 a 5 (Costa *et al.*, 2008).

O teste de condutividade elétrica foi realizado no sistema de copos, conforme a metodologia recomendada por Krzyzanowski *et al.* (1999). Foram colocadas 50 sementes, por repetição, previamente pesadas e colocadas em copos plásticos, contendo 75 ml de água deionizada, em seguida, levadas para temperatura de 25°C, durante 24 horas. Após este período, os recipientes foram suavemente agitados e com auxílio de um condutímetro, foi efetuada a medição. Os valores da condutividade elétrica das soluções de sementes foram obtidos, dividindo-se, para cada repetição, o valor da condutividade lida no condutímetro ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), pela massa das 50 sementes da amostra, sendo seu valor expresso em ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ).

Os dados foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Também foi realizada análise de correlação entre as variáveis envolvidas no estudo, utilizando-se programa computacional SAS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, observam-se os dados de perdas de sementes durante a colheita mecanizada, nas diferentes partes da colhedora, nas datas de colheita. Nota-se incremento significativo ( $P < 0,05$ ), nas perdas na plataforma e totais, ao longo do período de colheita, resultado este concordante com os de Boller *et al.* (1998). Esses autores afirmaram que, por causa das suas características botânicas, a cultura da soja é uma das mais susceptíveis a perdas de grãos por deiscência das vagens, que pode ser induzida por fatores climáticos ou pela máquina utilizada na operação de colheita. Para as perdas nos mecanismos internos da colhedora, não foram verificadas diferenças significativas, apesar da superioridade numérica, explicadas pelo alto coeficiente de variação. De acordo com Toledo *et al.* (2008), as pesquisas envolvendo perdas quantitativas na colheita mecanizada têm apresentado coeficientes de variação com grande amplitude, podendo, em alguns casos, chegar próximo a 170%, atribuídos à metodologia empregada.

O aumento significativo das perdas totais, em função da época de colheita, possivelmente ocorreu porque as plantas, no final do período, estavam mais fragilizadas, por ocorrência de precipitações durante o período da colheita, o que facilitou a abertura das vagens, ao contato com os mecanismos da plataforma.

De acordo com dados obtidos, vê-se a necessidade de diminuir o período de exposição das sementes de soja, em campo, após ter atingido o estágio R8. Possível solução seria a colocação de maior número de colhedoras em campo, a utilização de maturadores, ou semeio de cultivares com ciclos diferentes.

Na Tabela 2, verifica-se diferença significativa nas perdas na plataforma de corte, em função do horário em que foi processada ( $P < 0,05$ ). Observou-se que, pela ma-

**Tabela 1.** Perdas na plataforma (PLAT), perdas nos mecanismos internos (PMI), perdas totais (PTOT) em kg ha<sup>-1</sup> e coeficiente de variação (CV), em função do dia

Data	PLAT	PMI	PTOT
18/Mar	56,85 b	10,20 a	72,50 c
29/Mar	91,90 ab	13,10 a	111,25 b
20/Abr	113,80 a	38,80 a	160,10 a
CV(%)	33,06	179,63	18,09

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

nhã, as perdas na plataforma de corte foram menores que à tarde, por causa da maior umidade das plantas, na parte da manhã, o que influencia na abertura das vagens. Contudo, as perdas totais e as perdas nos mecanismos internos não diferiram estatisticamente, entre os períodos da manhã e da tarde. Isto ocorre na colheita mecanizada da soja, provavelmente, porque as perdas na plataforma de corte e nos mecanismos internos são causadas por motivos antagônicos: as perdas na plataforma são resultado de maior temperatura e menor umidade relativa do ar; já nos mecanismos internos, as perdas resultam de menor temperatura e maior umidade relativa do ar. No momento da colheita da soja com palha seca, o contato do molinete, da rosca sem fim e dos dedos retráteis, aliado à vibração provocada pela barra de corte, debulham as vagens e lançam as sementes ao campo. Nesta condição, o sistema trilhador opera com grande facilidade para debulhar as vagens, o que justifica as menores perdas.

Na Tabela 3, é apresentado o comportamento do grau de umidade das sementes de soja, para os diferentes horários do dia e datas de colheita. Verificaram-se diferenças significativas entre datas de colheita, bem como entre os diferentes horários ( $P < 0,05$ ). Para os horários do dia, na parte da tarde, as sementes apresentaram-se mais secas. Isso, possivelmente ajudou no aumento de perdas provocadas pela plataforma de corte, conforme mostrado na Tabela 2. Esse resultado concorda com os obtidos por Marcondes *et al.* (2010), que mostraram variações no teor de água das sementes de soja durante o dia, podendo, ao final da tarde (18 h), apresentar-se inferior ao do início da colheita (10 h), em até três pontos percentuais, como o ocorrido no dia 20 de abril. De acordo com Wright *et al.* (2011), para menores perdas e danos às sementes, o grau

**Tabela 2.** Perdas na plataforma de corte da colhedora (PLAT), perdas nos mecanismos internos (PMI) e perdas totais (PTOT) em kg ha<sup>-1</sup>, em função do horário da colheita

HORA	PLAT	PMI	PTOT
09:00 às 10:00	71,00 a	32,75 a	110,10 a
14:00 às 15:00	104,05 b	8,65 a	119,10 a
CV(%)	33,06	179,63	18,09

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 3.** Valores do grau de umidade (%bu) das sementes de soja para os diferentes horários do dia e datas de colheita

	18/mar	29/mar	20/Abr
09:00 às 10:00	14,33 Ab	17,70 Aa	17,83 Aa
14:00 às 15:00	13,28 Bc	15,15 Ba	14,20 Bb

\* Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

de umidade ideal para colheita mecanizada de soja está entre 12 e 14%, com situação crítica abaixo de 10%. Segundo Vejasit & Salokhe (2004), a soja com grau de umidade das sementes entre 13 e 15% demanda menor potência para a trilha.

A adsorção e dessorção diárias de teores de água em sementes de soja podem alcançar amplitudes superiores a 5%, em função da umidade ambiente, em períodos sem chuva. As sementes realizam trocas gasosas, que interferem em seus processos fisiológicos e caracterizam os processos de hidratação e de secagem, até que o equilíbrio higroscópico com o meio seja estabelecido, o que também promove a sua deterioração (Ahrens & Peske, 1994).

As diferenças encontradas para o grau de umidade das sementes nos diferentes dias de colheita podem ser devidas a várias precipitações pluviométricas, ocorridas durante o período de colheita.

Na Tabela 4, são apresentados os valores de umidade da palha (%), para as datas e horários da colheita de sementes de soja. Destacam-se tanto as diferenças relacionadas com a data, como, também, com o horário da colheita, sendo esta variável totalmente dependente das condições de temperatura e umidade do ar, as quais interferem acentadamente no processo de colheita.

Hamer & Peske (1997) relacionaram o período do dia de colheita com a umidade da vagem. Esses autores afirmaram que a ruptura das vagens pode ser dificultada com pequeno incremento na sua umidade, mesmo que ainda não transferida para as sementes, como, por exemplo, uma pequena precipitação pluviométrica, ou então pela ação do orvalho, no final do dia ou no início da manhã. Uma eventual elevação da umidade da palha requer imediata alteração na regulagem da colhedora, para redução de perdas (Costa *et al.*, 1996).

Na Tabela 5, é apresentado o comportamento das variáveis de estudo durante o dia 20 de abril, aproximando-se do término do período de colheita com comportamento diferente para algumas variáveis, nos diferentes horários da colheita. O comportamento das perdas, nesse dia, apresentou semelhanças com as ocorridas durante o período de colheita; contudo, agora com valores elevados e sempre muito acima do preceituado.

A maior perda total durante esta pesquisa foi registrada no horário entre 20 e 21 h, com 387,3 kg ha<sup>-1</sup>, momento

**Tabela 4.** Valores de umidade da palha (%) de soja, para os diferentes horários do dia e datas de colheita

	18/mar	29/mar	20/Abr
09:00 às 10:00	8,68 Bc	13,37 Ba	11,55 Bb
14:00 às 15:00	10,64 Ab	15,08 Aa	14,08 Aa

\* Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

em que a temperatura da semente foi a menor registrada e a umidade da palha a maior. Esta perda pode ser atribuída à dificuldade que o sistema trilhador encontrou para abrir a vagem, por causa do umedecimento.

Observou-se a dinâmica das perdas na colheita de soja sob a influência da umidade e temperatura do ar, que é refletida na umidade da palha, reportando a condição de que, quanto menor a umidade da palha, maior a perda nos mecanismos de corte e alimentação, e que, quanto maior a umidade, maiores as perdas na trilha.

Na Tabela 6, são apresentados os resultados da qualidade das sementes colhidas no período da tarde, nas datas ao longo do período de colheita. Os resultados mostram que, com a permanência da soja em campo, após o estágio R8, ocorrem perdas na qualidade fisiológica, bem como ficam mais susceptíveis a danos causados pela colheita mecânica.

A relação do vigor das sementes de soja, determinada pelo teste de tetrazólio, com o atraso na colheita, realmente possibilita a visualização da intensidade da deterioração das sementes no campo. Registrou-se, na análise para as sementes colhidas mecanicamente, vigor de 79% no início da colheita, reduzindo-se para 60%, após 34 dias. A viabilidade das sementes foi afetada, contudo, mantiveram-se em todas as amostras valores superiores a 80%. Comparando-se as amostras colhidas manualmente, ou seja, que não sofreram os impactos do sistema industrial da colhedora, com as colhidas mecanicamente, este declínio foi menor, de 86 para até 76%, no mesmo período. Isso demonstra a susceptibilidade das sementes de soja a danos causados pela máquina e que um período maior em campo, principalmente quando, submetidas às atividades higroscópicas e ciclos de umedecimento e secagem, acelerara-se o processo de deterioração e fragilizam as estruturas da semente. Silva *et al.*, (1979) e Carraro *et al.*, (1981) haviam evidenciado a grandeza da perda da qualidade fisiológica, com o aumento dos dias em que as sementes permanecem no campo, aguardando a colheita.

Os resultados obtidos para a condutividade elétrica corroboram os resultados obtidos no teste de tetrazólio, indicando a fragilização das estruturas das sementes, ao longo do período em que a soja permaneceu no campo. Contudo, as sementes analisadas são consideradas de alto vigor, com condutividade elétrica de 70-80  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (Vieira, 1994) e com bom desempenho em campo, com condutividade elétrica menor que 90  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ , em solo com boas condições de umidade (Paiva Agüero, 1995). Nos Estados Unidos, apenas sementes com condutividade elétrica superior a 150  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  são consideradas impróprias para a semeadura (AOSA, 1983).

Na Tabela 7, são apresentados os coeficientes de correlação entre as variáveis estudadas, juntamente com a probabilidade de a correlação não ser significativa. A tem-

**Tabela 5.** Características analisadas nos diferentes horários do dia: Grau de umidade da semente (HSE), umidade da palha (HPA), temperatura das sementes (TSE), perdas na plataforma de corte da colhedora (PLAT), perdas nos mecanismos internos da colhedora (PMI), perdas totais (PTOT) em kg ha<sup>-1</sup> e coeficiente de variação (CV), em função do horário no dia da colheita

HORA	HSE	HPA	TSE	PLAT	PMI	PTOT
09:00 h à 10:00 h	17,83 a	14,08 b	31,38 a	87,45 ab	68,65 b	163,6 b
14:00 h à 15:00 h	14,20 c	11,55 c	31,13 a	140,2 a	32,45 b	156,6 b
20:00 h à 21:00 h	15,83 b	17,51 a	23,03 b	65,55 b	314,3 a	387,3 a
CV(%)	1,98	3,88	2,42	37,41	58,43	27,30

\*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

**Tabela 6.** Valores das análises de qualidade das sementes colhidas nos diferentes horários para os diferentes dias: Teste de tetrazólio (%) e condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) para amostras colhidas mecanicamente (MEC) e testemunha (TEST)

14 às 15 h	18/Mar		29/Mar		20/Abr	
	MEC	TEST	MEC	TEST	MEC	TEST
Vigor 79	86	76	78	60	76	
Viabilidade	93	99	90	96	87	97
Condutividade elétrica	57,34	44,37	68,86	54,25	79,19	79,27

**Tabela 7.** Análise de correlação, para grau de umidade das sementes (HSE), umidade da palha (HPA), temperatura das sementes (TSE), perdas na plataforma de corte da colhedora (PLAT), e perdas totais (PTOT)

		HSE	PTOT	PLAT	TSE
TOT	Coeficiente de correlação	0,23471			
	Probabilidade	0,6124			
PLAT	Coeficiente de correlação	0,01429	-0,00379		
	Probabilidade	0,9757	0,9936		
TSE	Coeficiente de correlação	-0,26090	-0,97385	0,03027	
	Probabilidade	0,5720	0,0002	0,9486	
HPA	Coeficiente de correlação	0,72962	0,75909	-0,00863	-0,77877
	Probabilidade	0,0627	0,0478	0,9854	0,0391

peratura da semente apresentou-se inversamente correlacionada com a umidade da palha, sendo significativa a 3,91 % ( $P < 0,05$ ). Isso significa que, quando a umidade da palha diminui, a temperatura da semente aumenta. Essas duas variáveis apresentaram-se significativamente correlacionadas com as perdas totais. Isso porque o aumento da umidade da palha, com redução da temperatura das sementes, favorece o aumento das perdas totais. Esses resultados indicam que as perdas totais são fortemente influenciadas pela a umidade da palha.

## CONCLUSÕES

As perdas totais de sementes de soja durante o processo de colheita mecanizada aumentaram com o tempo de permanência no campo.

Colher a soja no período noturno, mesmo que logo após o anoitecer, aumenta a quantidade de perdas totais.

A umidade da palha e a temperatura das sementes podem oferecer subsídio importante para prever perdas na colheita mecanizada da soja.

As sementes expostas às condições de campo, por período prolongado, após o estágio R8, apresentaram redução na qualidade.

O horário entre às 14 e 15 h apresentou maior perda na plataforma de corte, porém, neste horário, as perdas totais foram menores.

## REFERÊNCIAS

- Ahrens DC & Peske ST (1994) Flutuações de umidade e qualidade em semente de soja após a maturação fisiológica. I Avaliação do teor de água. Revista Brasileira de Sementes, 16:107-110.
- American Society of Agricultural Engineers - ASAE (2000) Standards engineering practices: data: moisture measurement-forages. ASAE S358.2 DEC, 99:565-572.
- Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983) Seed vigor testing handbook, p.93 (Contribution, 32).
- Boller W, Klein VA & Panisson E (1998) Perdas na colheita mecanizada de soja em função de diferentes níveis e umidade dos grãos. In: 3º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Poços de Caldas. Anais, Universidade Federal de Lavras. p.310-312.

- Carraro I, Sedyama T, Silva RF, Reis MS & Thiébaud JTL (1981) Influência do retardamento da colheita sobre a qualidade das sementes de soja. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina. Resumos, Embrapa/CNPSO. p.254.
- Carvalho NM & Nakagawa J (2000) Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4ª ed. Jaboticabal, FUNEP. 588p.
- Campos MAO, Silva RP, Carvalho Filho A, Mesquita HCB & Zabani S (2005) Perdas na colheita mecanizada de soja no Estado de Minas Gerais. Engenharia Agrícola, 25:207-213.
- Costa NP, Pereira LAG, França Neto JB, Henning AA & Krzyzanowski FC (1996) Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade de semente de soja. Revista Brasileira de Sementes, 18:232-237.
- Costa NP, Marcos Filho J, França Neto JB, Krzyzanowski FC & Henning AA (2008) Teste de tetrazólio em sementes de soja com pré condicionamento abreviado. Série Sementes Londrina, Embrapa- CNPSO. 7p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 56).
- Dall'Agnol A, Pan CL, Bonato ER & Veloso JAR de O (1973) Perda de soja na colheita mecânica. In: Reunião Conjunta de Pesquisa de Soja, Passo Fundo. Anais. Passo Fundo, IAPES-Estação Experimental de Passo Fundo. p.78-82.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2008) Perdas na colheita mecanizada da soja. Safra 2007/2008. Disponível em: [http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Graos/Perdas\\_2007\\_2008.pdf](http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Graos/Perdas_2007_2008.pdf). Acessado em: 07 de setembro de 2010.
- Ferreira IC, Silva RP, Lopes A & Furlani CEA (2007) Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em função de velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. Engenharia na Agricultura, 15:141-150.
- Finardi CE & Souza GL (1981) Ação da extensão rural no levantamento e prevenção de perdas na colheita de soja - 4/80. In: 11º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Brasília. Anais. Brasília, Editora. p.225-237.
- Hamer E & Peske ST (1997) Colheita de sementes de soja com alto grau de umidade. I Qualidade física. Revista Brasileira de Sementes, 19:106-110.
- Krzyzanowski FC, Vieira RD & Franca Neto JB (1999) Vigor de Sementes: Conceitos e testes. Londrina, Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, s/p.
- Marcondes MC, Miglioranza E & Fonseca ICB (2010) Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. Engenharia Agrícola, 30:315-321.
- Mesquita CM, Costa NP & Queiroz EF (1980) Influência dos mecanismos das colhedoras e o manejo da lavoura de soja (*Glycine max* (L.) (Merril) sobre as perdas na colheita e a qualidade das sementes. In: 9º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campina Grande. Anais, Universidade Federal da Paraíba. p.261-273.
- Mesquita CM & Gaudêncio C A (1997) Medidor de perdas na colheita de soja e trigo. Londrina, Embrapa-CNPSO. 28p. (Embrapa-CNPSO. Comunicado Técnico,15).
- Mesquita CM, Costa NP, Mantovani EC, Andrade JCM, França Neto JB, Silva JG, Fonseca JR, Portugal FAF & Guimarães Sobrinho JB (1998) Manual do produtor: Como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz. Londrina, Embrapa - CNPSO. 32p.
- Mesquita CM, Costa NP, Pereira JE, Maurina AC & Andrade JG (2001) Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: Perdas e qualidades físicas do grão relacionadas à características operacionais. In: 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz do Iguaçu. Anais, Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. 1 CD ROM.
- Paiva Aguero JA (1995) Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja no campo. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 92p.
- Paiva LE, Medeiros SF & Fraga AC (2000) Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. Ciência Agrotécnica, 24:846-856.
- Silva CM, Mesquita AN & Pereira LAG (1979) Efeito da época de colheita na qualidade da semente de soja. Revista Brasileira de Sementes, 1:41-48.
- Toledo A, Tabile RA, Silva RP, Furlani CEA, Magalhães SC & Costa B (2008) Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. Engenharia Agrícola, 28:710-719.
- Vejasit A & Salokhe V (2004) Studies on machine-crop parameters of an axial flow thresher for threshing soybean, Agriculture Engineering International: CIGR Journal of Scientific Research and Development, v. 4, Jul 2004. Disponível em: <<http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal/issue/view/25>> Acessado em: 18 de março de 2013.
- Vieira RD (1994) Teste de condutividade elétrica. In: Vieira RD & Carvalho NM de (Eds.) Testes de vigor em sementes. Jaboticabal, FUNEP. p.103-132.
- Wolff RL & Tonini E (1975) Fatores relacionados com perdas de soja na colheita e sua implicações para a extensão rural. Revista Centro Ciências Rurais, 5:281-285.
- Wright DL, Rich JR, Marois JJ & Sprengel RK (2011) Soybean production in Florida. Gainesville, Fla., University of Florida, Extension, Institute of Food and Agricultural Sciences. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AG/AG18500.pdf>> Acessado em: 15 de março de 2013.