



Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja

Comparison between methods of evaluation of soybean mechanized harvesting losses

Ariel Muncio Compagnon*, Rouverson Pereira da Silva, Marcelo Tufaile Cassia, Denny Graat, Murilo Aparecido Voltarelli

Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" – UNESP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n. Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

Recibido 18 enero 2012; aceptado 08 agosto 2012

Resumo

A cultura da soja é de grande importância no cenário agrícola brasileiro e tanto a produtividade quanto a área cultivada vêm aumentando a cada safra, exigindo cada vez mais rapidez e qualidade na colheita. Porém, perdas consideráveis são contabilizadas na colheita mecanizada, etapa fundamental no processo produtivo das grandes culturas. Procurando quantificar estas perdas utilizou-se no presente trabalho um monitor de perdas interno Intelliview, cujos resultados foram comparados com as perdas coletadas manualmente. Os dados foram obtidos na Fazenda São Luiz, localizada no município de Santa Juliana – MG, com uma colhedora axial de duplo rotor, com plataforma de corte de 9.14 m de largura. Foram avaliados 40 pontos, nos períodos noturno e diurno, sendo as variáveis analisadas: teor de água dos grãos; velocidade de deslocamento; altura de plantas; altura de inserção da primeira vagem; produtividade de grãos; perdas por deficiência na altura de corte, no sistema de trilha, sistema de limpeza e total; perdas de grãos na separação e perdas de grãos limpos. A colheita de soja no período noturno apresentou maior semelhança entre os níveis de obtidos no sensor de separação e as perdas medidas em campo, enquanto que no período diurno houve maior aproximação para o sensor de trilha. As perdas de grãos por deficiência na altura de corte contribuem em grande parte para as perdas de grãos de soja durante a colheita no período diurno, diminuindo a correlação entre as perdas avaliadas no campo e os níveis de perdas obtidos nos sensores.

Palavras-chave: *Glycine max L.*, monitores de perdas, períodos de colheita.

Abstract

The soybean is of great importance in the Brazilian agricultural scenario and both productivity and the area cultivated to each crop are increasing, demanding more speed and quality at harvest. However, losses are recorded in the mechanical harvesting of soybeans, a fundamental stage in the production process of field crops. Looking to quantify these losses was used in this study display a loss, and results were compared with the losses collected manually. Data were collected at Fazenda São Luiz, in the city of Santa Juliana - MG, with a harvester dual-rotor axial, with a platform of 9.14 m. We assessed 40 points in the day and night periods, and the variables: water content of grains, travel speed, plant height, height of first pod, grain yield, losses due to disability at the time of cutting, trail system, cleaning system and total grain losses and losses in the separation of clean grain. The soybean harvest at night had higher levels of coincidence between the obtained sensor separation and the losses measured in the field, while during the day there was a better match for the sensor track. Losses of grain deficiency in cutting height contribute largely to the loss of soybeans at harvest during the day, reducing the correlation between the losses estimated in the field and the losses obtained from the sensors.

Keywords: *Glycine max L.*, monitors losses, harvest periods.

* Autor para correspondencia

Email: arielcompagnon@gmail.com (A. Compagnon)

1. Introdução

Na safra 2011/2012, a estimativa de produção brasileira de soja é de 73.9 milhões de toneladas, em área de 24.9 milhões de hectares, correspondendo a 3% de aumento em relação à safra 2010/2011. A produtividade estimada é de 2968 kg/ha (Conab, 2011).

Apesar da alta tecnologia disponível para colheita de soja no Brasil, podem ocorrer perdas durante este processo, diminuindo a produtividade e o lucro dos produtores. De acordo com Magalhães *et al.* (2009), as regulagens das colhedoras podem afetar o nível de perdas ocorridas durante a colheita da soja.

Dentre os fatores que podem influenciar nas perdas em colheita mecanizada de soja, podem-se citar: altura de corte da plataforma da colhedora, velocidade do molinete, rotação do cilindro trilhador, abertura entre cilindro e côncavo e velocidade de deslocamento. Em relação aos fatores ligados às perdas de grãos não oriundos do processo de colheita mecanizada, podem-se citar: deiscência das vagens, semeadura inadequada, ocorrência de plantas daninhas e o mau desenvolvimento da cultura (Ferreira *et al.*, 2007, Carvalho Filho *et al.*, 2005).

Cunha *et al.* (2009) afirmam que as colhedoras com sistema de trilha axial, em que o material entra na direção do eixo do rotor, apresentam a possibilidade de redução dos índices de danos mecânicos em relação às colhedoras com sistema de trilha tangencial. Outro fator relevante é a capacidade admissível da colhedora para processar toda a massa colhida juntamente com os grãos. Assim, ao se tomar a decisão de aumentar ou diminuir a velocidade de deslocamento, não se deve preocupar somente com a capacidade de trabalho da colhedora, mas verificar também se os níveis toleráveis de perdas estão sendo respeitados (Cunha e Zandbergen, 2007).

Existe carência de praticidade na hora da avaliação do nível de perdas em determinada área e algumas empresas tentam suprir essa carência incluindo

monitores de perdas nas colhedoras. No entanto, faltam estudos que comprovem sua eficiência e até mesmo experimentos que mostrem qual a melhor forma de regulagem para diferentes situações (Câmara *et al.*, 2007).

Algumas pesquisas envolvendo perdas quantitativas na colheita mecanizada de grãos, empregando metodologias clássicas propostas pela Embrapa (Mesquita *et al.*, 1998) têm apresentado coeficientes de variação para perdas abaixo de 40% (Campos *et al.*, 2005), enquanto que, em alguns casos os coeficientes de variação chegam a 170% (Pinheiro Neto e Gamero, 1999).

Desde o princípio das cadeias produtivas, é essencial a utilização de meios de inspeção com a finalidade de avaliar o produto final para que esse mantenha os padrões especificados e, conseqüentemente, o êxito do processo (Toledo *et al.*, 2008). Técnicas estatísticas para o controle da qualidade, em operações agrícolas mecanizadas, empregadas em culturas distintas, obtêm resultados promissores, pois o controle das operações agrícolas permite a diminuição na variabilidade, obtendo-se resultados mais próximos aos limites especificados (Milan e Fernandes, 2002). Sugisawa *et al.* (2007), utilizando técnicas de controle estatístico em pulverização mecanizada de defensivos, concluíram que essas ferramentas podem ser consideradas eficientes para a caracterização da variabilidade e para a análise da qualidade das operações.

Este trabalho teve por objetivo avaliar as perdas medidas em campo de uma colhedora axial de soja e compará-las com a saída fornecida pelo monitor de perdas durante a colheita, noturna e diurna.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda São Luiz, no município de Santa Juliana - MG, nas proximidades das coordenadas geodésicas: Latitude 19°18'S e Longitude 47°31'W, com altitude média de 980 metros, declividade média de 12% e clima Cwa (subtropical), de acordo com a

classificação de Köppen. O solo do local do experimento era um Latossolo Vermelho Amarelo (Embrapa, 1999).

Utilizou-se uma colhedora axial de duplo rotor, marca New Holland, modelo CR9060, com potência do motor de 260 kW (354 cv) a 2100 rpm, equipada com plataforma de corte de 9.14 m de largura (30 pés) e sistema axial de trilha. As regulagens utilizadas nos mecanismos da colhedora foram testadas antes da colheita e as mesmas estavam de acordo com as recomendações do fabricante para a colheita de soja. A velocidade média de deslocamento durante o experimento foi de 7.1 km h⁻¹, determinada pelas médias das leituras obtidas no monitor de desempenho da colhedora.

Na área amostral foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, realizando a coleta das amostras em 40 pontos equidistantes, sendo 9 pontos no período noturno (entre 17:30 h e 20:15 h) e 31 no período diurno, georreferenciados por aparelho GPS modelo Garmin eTrex VistaTM, espaçados de 50 m, que tiveram por objetivo facilitar a obtenção de dados cronologicamente espaçados.

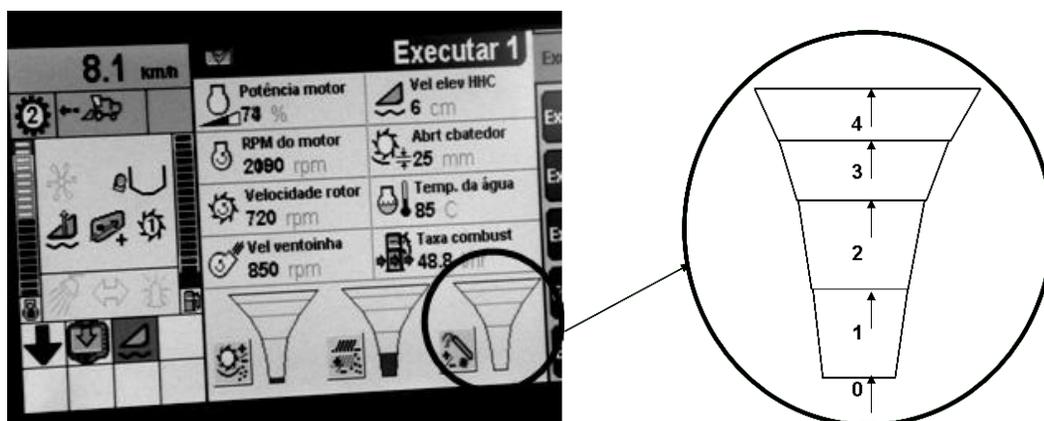
Em cada ponto foi determinado o teor de água dos grãos, por meio de medidor portátil marca Dickey-John modelo multi-grain. Foram coletadas em cada ponto amostral, todas as plantas existentes em 3 linhas de 2 metros cada, correspondendo à área útil da parcela. Nessas plantas, foram medidas as alturas das plantas e altura de inserção da primeira vagem, sendo considerada a média destes valores para cada ponto amostral. Para determinação da produtividade foram coletadas as plantas da área útil de cada parcela e posteriormente realizou-se a trilha, determinando-se a massa de grãos e os valores encontrados extrapolados para kg ha⁻¹, sendo corrigidos para o teor de água de 13% (base úmida).

Para a determinação das perdas, foram utilizadas armações retangulares, construídas com duas barras metálicas e cordões de náilon, com medidas de 0.22 m

de largura e 9.14 m de comprimento, ajustado com a mesma largura da plataforma de corte da colhedora em estudo, mantendo-se a área interna de 2.0 m², segundo metodologia proposta por Mesquita *et al.* (1998). Foram coletados todos os grãos presentes dentro da armação, após a passagem da colhedora, sendo classificados como perdas por deficiência na altura de corte (PGC), quando os grãos dentro da armação estavam em partes de plantas que continham vagens; perdas provocadas pelo sistema de trilha (PGS), para os grãos encontrados dentro de vagens dispostas no solo; perdas pelo sistema de limpeza (PGL), determinadas pela massa de grãos livres encontrados no solo dentro da armação; e perdas de grãos totais (PGT), calculada pela soma aritmética das perdas anteriores, em kg.ha⁻¹. Não foram encontradas perdas naturais anteriores à colheita, sendo, portanto desconsiderada das análises.

As perdas na plataforma não foram avaliadas por se tratar de área de produção comercial, evitando assim que a colhedora não interrompesse a operação, para não interferir na capacidade de campo operacional. Porém, determinou-se a média das perdas na plataforma a partir de avaliações realizadas em quatro pontos amostrais, sendo estes valores utilizados para a determinação das demais perdas. Constatou-se que, pela colhedora estar configurada com plataforma com controle de altura e flutuação lateral conjugados, acionados por sensores elétricos, não houve perdas significativas que poderiam afetar as avaliações in loco das variáveis PGS, PGL e PGT.

A análise estatística descritiva foi realizada calculando-se medidas de tendência central (média aritmética e mediana), medidas de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação) e medidas de assimetria e de curtose (Vieira *et al.*, 2002). A verificação da normalidade dos dados foi realizada pelo teste de Anderson-Darling.



Sensores: Trilha Separação Elevador

Figura 1. Monitor de perdas da colhedora e indicação das notas atribuídas

A análise da variabilidade foi realizada por meio do controle estatístico com auxílio do programa Minitab® (Minitab Inc, 2006), utilizando-se como ferramenta as cartas de controle para variáveis, tomando-se como indicadores de qualidade as variáveis anteriormente descritas, a fim de identificar causas de variabilidade não inerentes ao processo de colheita mecanizada, consideradas críticas.

A avaliação do monitor de perdas foi realizada por meio de fotografias tiradas no interior da colhedora, nos mesmos pontos nos quais foram realizadas as avaliações de perdas totais. Posteriormente foram atribuídas notas de 1 a 4 aos marcadores do monitor de perdas dos sistemas de trilha, de separação e limpeza e de transporte (Figura 1). Para avaliação da variabilidade por meio do controle estatístico utilizou-se como ferramenta as cartas de controle por atributos, por meio da “carta c”, que é utilizada quando o tamanho da amostra é fixo que também pode ser utilizada para investigar dados discretos.

3. Resultados e discussão

A velocidade de deslocamento da colhedora (Tabela 1) apresentou distribuição de probabilidade normal, apesar da grande amplitude entre os resultados. De modo geral a colhedora trabalhou com velocidade média de deslocamento adequado (7.1 km h^{-1}), velocidade esta que proporciona

alta capacidade operacional. Porém, a velocidade de trabalho de uma colhedora de soja deve se determinada não somente em função da capacidade de trabalho, mas também de outros fatores, tais como a capacidade de processar toda a massa colhida, juntamente com os grãos e os níveis favoráveis de perdas (Cunha e Zandbergen, 2007).

O teor de água dos grãos (Tabela 1) apresentou coeficiente de variação médio (Pimentel-Gomes e Garcia, 2002), considerado normal para avaliações em campo. Os valores dos coeficientes de assimetria e curtose foram próximos de zero, assim como a proximidade entre a média e a mediana, o que indicam a normalidade da distribuição, o que foi confirmado pelo teste de Anderson-Darling.

O valor médio do teor de água dos grãos foi de 13.6%, dentro da faixa ideal de acordo com Embrapa (2005), que afirma que o teor de água ótimo para colheita de soja deve situar-se na faixa de 12 a 14%, que permite a manutenção da regulagem dos mecanismos internos da colhedora (rotação do cilindro de trilha, abertura entre cilindro e côncavo, etc.) dentro de certos limites, reduzindo-se, assim, perdas e danos mecânicos. Assim, analisando-se as medidas da estatística descritiva pode-se inferir que não houve grande variação no teor de água dos grãos, exceto pelo fato de a amplitude ter sido elevada.

Tabela 1

Análise estatística descritiva para teor de água dos grãos (TAG), velocidade de deslocamento (VEL), altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e produtividade de grãos (P).

Variável	Medidas estatísticas descritivas							
	Média	Mediana	Amplitude	σ	CV(%)	Ck	Cs	Teste*
VEL (km h ⁻¹)	7.1	7.3	3.8	1.00	14.21	0.38	-1.18	N
TAG (%)	13.6	13.6	9.7	0.42	19.55	-0.49	0.32	N
AP (cm)	70.3	70.2	47.6	10.31	14.67	-1.01	0.35	A
AIPV (cm)	14.2	14.2	7.4	2.13	15.06	0.32	-0.67	A
P (kg ha ⁻¹)	3470	3488	1639	425.4	12.26	-0.20	-0.94	N

σ : desvio-padrão; CV: coeficiente de variação; Ck: coeficiente de curtose; Cs: coeficiente de assimetria; *N: distribuição de frequência normal pelo teste de Anderson-Darling ($p > 0.05$); A: distribuição assimétrica.

Para as características agrônômicas da cultura (altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem), apesar da proximidade entre médias e medianas, dos médios coeficientes de variação (Pimentel-Gomes e Garcia, 2002), as distribuições apresentaram-se assimétricas. A variabilidade de um atributo pode ser classificada conforme a magnitude do seu coeficiente de variação (Freddi *et al.*, 2006). As plantas apresentaram altura média de 0.703 m, com a primeira vagem inserida à altura de 0.142 m, podendo ser estes parâmetros considerados bons para a realização da colheita mecanizada de soja, concordando com os resultados observados por Pereira *et al.* (2010), que afirmam que os padrões normais para altura de corte na colheita mecanizada de soja são de 0.15 m, o que pode reduzir as perdas ocasionadas por vagens não colhidas. A produtividade da cultura (Tabela 1) apresentou distribuição normal, apesar da grande amplitude dos

resultados, o que pode interferir na capacidade de processamento da colhedora, uma vez que o aumento da produtividade reflete diretamente na taxa de alimentação da máquina. O valor médio de produtividade encontrado (3470 kg ha⁻¹) foi maior que a média nacional (2968 kg ha⁻¹) (Conab, 2011).

Para as perdas na colheita verificou-se alta variabilidade dos valores encontrados, tanto para as perdas por deficiência na altura de corte (PGC) quanto no sistema de trilha (PGS) e de limpeza (PGL) e, conseqüentemente, para as perdas totais (PGT) (Tabela 2). Os valores de assimetria e curtose são positivos, explicando a maior concentração dos valores abaixo da média. Nota-se também maior afastamento entre a média e a mediana, o que pode ser explicado pela grande amplitude observada, aliada aos elevados valores dos coeficientes de variação, curtose e assimetria.

Tabela 2

Análise estatística descritiva para perdas por deficiência na altura de corte (PGC), no sistema de trilha (PGS), sistema de limpeza (PGL) e total (PGT).

Variável	Medidas estatísticas descritivas							
	Média	Mediana	Amplitude	σ	CV(%)	Ck	Cs	Teste*
PGC (kg ha ⁻¹)	15.7	11.0	34.1	10.30	65.43	0.21	1.32	A
PGS (kg ha ⁻¹)	26.7	23.9	141.9	28.04	104.88	6.03	2.07	A
PGL (kg ha ⁻¹)	34.5	25.8	85.0	22.03	63.82	2.57	1.83	A
PGT (kg ha ⁻¹)	77.0	57.4	174.1	49.66	64.23	0.27	1.16	A

σ : desvio-padrão; CV: coeficiente de variação; Ck: coeficiente de curtose; Cs: coeficiente de assimetria; *N: distribuição de frequência normal pelo teste de Anderson-Darling ($p > 0.05$); A: distribuição assimétrica.

Esse fato demonstra, na prática, que não houve uniformidade nas perdas, ora era praticamente nula, ora, em sua maioria, próxima à mediana, e ora extremamente elevada. A distribuição de frequências foi assimétrica para todas as perdas avaliadas, mesmo apesar de as perdas de grãos total (PGT) terem apresentado baixos coeficientes de variação. Os coeficientes de curtose positivos para PGS, PGL e PGT demonstram que as perdas tendem a se concentrar em torno da média.

Não obstante o fato de as perdas terem apresentado distribuição assimétrica, há que se considerar que os valores médios encontrados foram baixos, o que pode ser justificado por se tratar de colheita realizada com colhedora axial, que permite a entrada do material colhido no sentido do eixo do rotor, apresentando ainda maior capacidade de colheita. Dessa forma, de acordo com Campos *et al.* (2005) as colhedoras axiais permitem a redução dos índices de perdas em relação às colhedoras tangenciais, pois possibilitam que o material colhido permaneça mais tempo dentro da máquina, melhorando a eficiência do sistema de trilha. Como o tempo para a trilha no sistema axial é maior, a distância entre os elementos de fricção pode ser aumentada, resultando, em geral, em menores perdas. Dentre as máquinas de fluxo axial, existem ainda as de rotor duplo, como a que foi avaliada neste trabalho. De acordo com Cunha *et al.* (2009) estas máquinas ainda não foram muito estudadas, mas geralmente, o que se espera de um mecanismo de trilha, seja de rotor simples ou duplo, é a diminuição das perdas durante o processo.

Analisando a variabilidade temporal da velocidade de deslocamento nos dois períodos de colheita (Figura 2.a) observa-se que no período noturno a velocidade manteve-se sobre controle, porém este fato se deve à maior variabilidade dos valores individuais, que resultaram em maior amplitude dos limites de controle. Também pode-se observar que as velocidades no período noturno foram menores quando

comparadas às velocidades praticadas no período diurno. Ainda no período diurno observa-se também a mudança no patamar de velocidade a partir da observação 21, quando houve redução da velocidade.

Em relação ao teor de água dos grãos (Figura 2.b) observa-se que este foi menor no período noturno, como esperado. Para o período diurno têm-se maiores valores de teor de água no período da manhã (observações 10 a 20) e menores no período da tarde (observações 21 a 40). A média do teor de água nos períodos noturno e diurno foi de 10.36 e 14.47%, respectivamente. Desta forma constata-se que para a colheita noturna o teor de água não se encontrava nas condições ideais para colheita de soja (Embrapa, 2005).

Ao se observarem as características agrônômicas da cultura (Figuras 3.a e 3.b) nota-se que, apesar de haver um ponto fora de controle, a variabilidade neste caso se deve exclusivamente às causas aleatórias, ou seja, é inerente do processo produtivo, uma vez que os valores fora dos limites em cada carta podem ser considerados como pontos discrepantes (*outliers*).

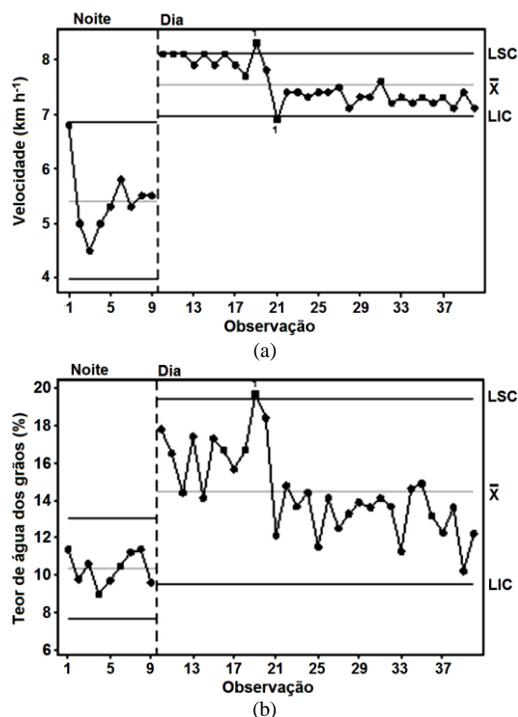


Figura 2. Carta de controle para: a) velocidade de deslocamento; b) teor de água dos grãos.

A produtividade (Figura 3.c) apresentou comportamento instável na distribuição dos valores, com apenas um ponto fora dos limites aceitáveis de controle, que corresponde justamente às plantas que apresentaram menor altura média, podendo neste caso ser considerada como um ponto fora dos padrões (*outlier*), podendo estar relacionado com a uniformidade dos atributos físicos e químicos do solo, por exemplo. Para essa variável, a média de produtividade de grãos encontrada foi de 3470 kg ha⁻¹, valor considerado acima da média brasileira (Conab, 2011).

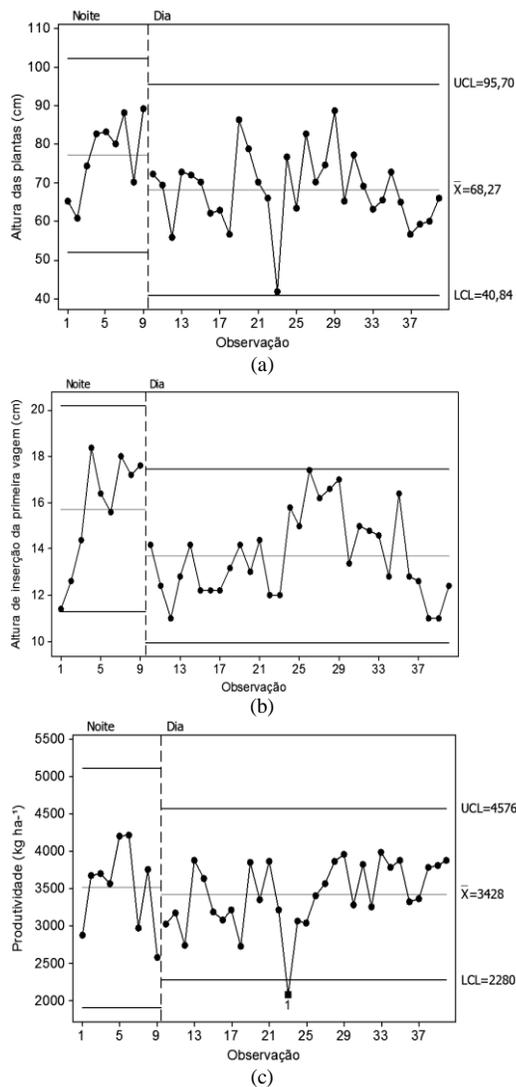


Figura 3. Carta de controle para: a) altura de plantas; b) altura de inserção da primeira vagem; c) produtividade da cultura.

Para perdas por deficiência de corte (Figura 4.a), percebe-se alta variação, principalmente no período noturno, sendo que na colheita diurna houve a ocorrência de um ponto fora de controle, indicando que a mesma foi afetada por alguma causa não inerente ao processo.

Com relação às perdas totais (Figura 4.b) pode-se observar que as maiores perdas de grãos de soja também ocorreram no período noturno, quando se obteve média de 120 kg ha⁻¹, enquanto que no período diurno a média de perdas foi de 45 kg ha⁻¹. Pode-se notar que no período noturno a velocidade média de colheita foi de 5.4 km h⁻¹ enquanto que no período diurno a colhedora apresentou velocidade média de 7.5 km h⁻¹ (Figura 2.a).

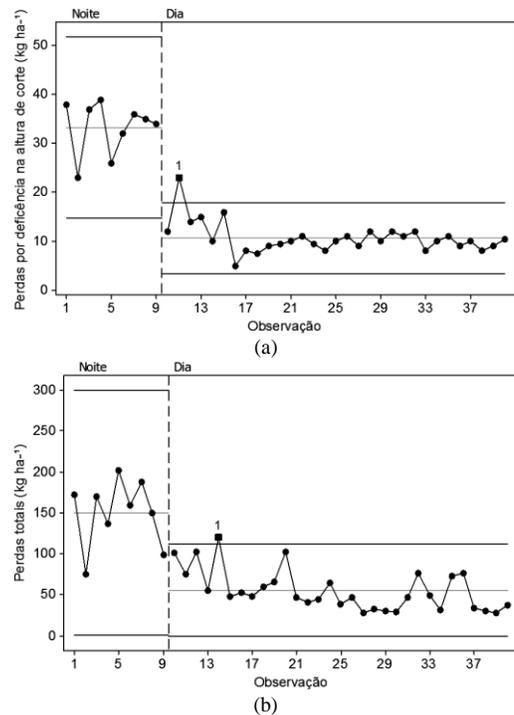


Figura 4. Carta de controle para perdas: a) por deficiência na altura de corte; b) totais na colheita.

Desta forma nota-se que onde houve menor velocidade média da colhedora onde foram constatadas as maiores perdas de grãos de soja em campo e baixa coerência dos sensores com as perdas avaliadas em campo, resultado este que

contradiz o trabalho realizado por Gullacher e Smith (1979), que observaram maior coerência dos sensores em menores velocidades. Nota-se também que o teor de água na soja no momento da colheita noturna foi bem menor que no período diurno (Figura 2.b), o que também pode explicar as maiores perdas encontradas na colheita realizada à noite.

A variabilidade temporal das perdas de grãos na separação, avaliadas em campo (Figura 5.a), foi maior para a colheita realizada no período noturno, registrando média de perdas (56.6 kg ha^{-1}) superior à observada para a colheita realizada durante o dia (18.1 kg ha^{-1}).

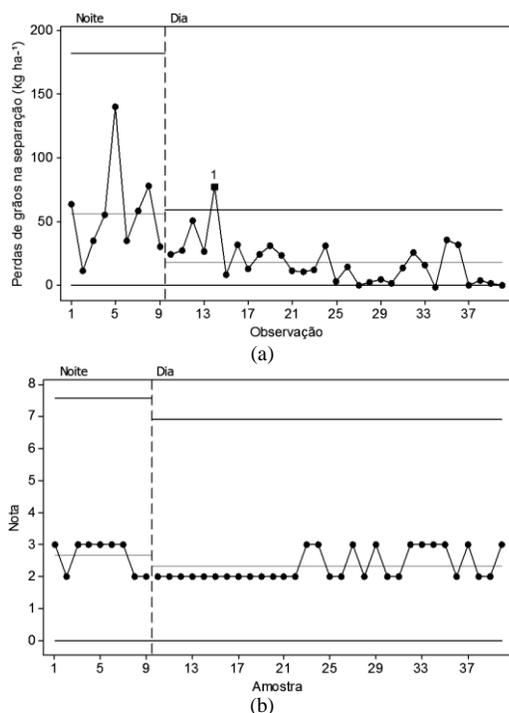


Figura 5. Carta de controle para perdas de grãos na separação: a) avaliada em campo; b) nível indicado no monitor de perdas.

Para as medições registradas no monitor de perdas (Figura 5.b) observou-se também maior variabilidade no período noturno, embora as médias das notas atribuídas tenham sido muito próximas (2.7 e 2.3, para os períodos noturno e diurno, respectivamente). Ao se comparar os métodos de avaliações pode-se observar a coincidência no comportamento de alguns

pontos, como por exemplo, nos pontos 1, 2 e 9 (avaliação noturna) enquanto que para a avaliação diurna houve discordância entre os métodos, pode-se notar que para os pontos 27, 34 e de 37 a 40 o sensor de perdas na separação indicou nível 2 e 3 para perdas avaliadas em campo com valores próximo a zero.

No sistema de trilha a variabilidade temporal avaliada em campo (Figura 6.a) apresentou maiores perdas no período noturno, com média de 60.7 kg ha^{-1} , em relação do período diurno cujas perdas médias foram de 26.9 kg ha^{-1} . Observa-se a presença de dois pontos fora de controle para o período de colheita diurno, ponto esse que pode ser considerado como *outliers*.

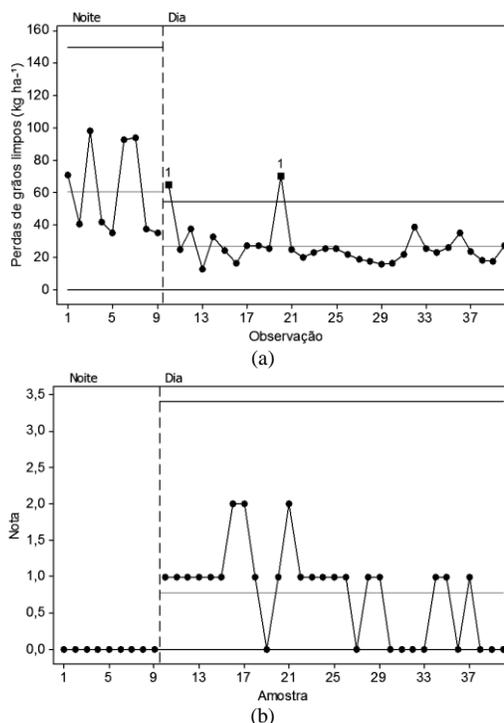


Figura 6. Carta de controle para perdas de grãos limpos: a) avaliada em campo; b) nível indicado no monitor de perdas.

Para as medições registradas no monitor de perdas (Figura 6.b) observou-se que no período noturno não houve variabilidade uma vez que todas as medições dos sensores obtiveram a mesma nota (zero). Já as medições registradas no monitor de

perdas no período diurno se obtiveram variabilidade temporal, com média de 0.77. Comparando-se as duas avaliações têm-se que no período noturno não houve coincidência em nenhum dos pontos, pois enquanto o monitor de perdas registrava a ausência de perdas (nota zero), as avaliações de campo indicavam perdas variando de 35.2 a 98.1 kg ha⁻¹. No período diurno, apesar de ambas as avaliações apresentarem variações ao longo das observações, não se constatou equivalência entre as perdas medidas.

4. Conclusões

A colheita de soja no período noturno apresentou maior coincidência entre os níveis de obtidos no sensor de separação e as perdas medidas em campo, enquanto que no período diurno houve melhor coincidência para o sensor de trilha.

As perdas de grãos por deficiência na altura de corte contribuem em grande parte para as perdas de grãos de soja durante a colheita no período diurno, diminuindo a correlação entre as perdas avaliadas no campo e os níveis de perdas obtidos nos sensores.

Referências bibliográficas

Câmara, F.T.; Silva, R.P.; Lopes, A.; Furlani, C.E.A.; Grotta, D.C.C.; Reis, G.N. 2007. Influência da área de amostragem na determinação de perdas totais na colheita de soja. *Ciência e Agrotecnologia* 31: 909-913.

Campos, M.A.O.; Silva, R.P.; Carvalho, A.F.; Mesquita, H.C.B.; Zabani, S. 2005. Perdas na colheita mecanizada de soja no Estado de Minas Gerais. *Engenharia Agrícola* 25: 207-213.

Carvalho Filho, A.; Cortez, J.W.; Silva R.P.; Zago, M.S. 2005. Perdas na colheita mecanizada de soja no triângulo mineiro. *Revista Nucleus* 3: 57-60.

Conab. Companhia Brasileira de Abastecimento. 2011. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, março 2011. Brasília, 40p.

Cunha, J.A.P.R.; Piva, G.; Oliveira, C.A.A. 2009. Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. *Bioscience Journal* 25: 37-42.

Cunha, J.A.P.R.; Zandbergen, H.P. 2007. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Brasil. *Bioscience Journal* 23: 61-66.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação. 412p.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2005. Tecnologias de produção de soja. Londrina: Embrapa Soja. 224p.

Ferreira, I.C.; Silva, R.P.; Lopes, A.; Furlani, C.E.A. 2007. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. *Engenharia na Agricultura* 15: 141-150.

Freddi, O.S.; Carvalho, M.P.; Veronesi Júnior, V.; Carvalho, G.J. 2006. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. *Engenharia Agrícola* 26: 113-121.

Gullacher, D.E.; Smith, L.G. Grain loss monitor performance. 1979. ASAE Paper N° 79-1579, MI 49085.

Magalhães, S.C.; Oliveira, B.C.; Toledo, A.; Tabile, R.A.; Silva, R.P. 2009. Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em diferentes condições operacionais de duas colhedoras. *Bioscience Journal*, 25: 43-48.

Mesquita, C.M.; Costa, N.P.; Mantovani, E.C.; Andrade, J.G.M.; França Neto, J.B.; Silva, J.G.; Fonseca, J.R.; Portugal, F.A.F.; Guimarães Sobrinho, J.B. 1998. Manual do produtor: Como evitar desperdícios nas colheitas da soja, do milho e do arroz. Londrina: Embrapa-CNPSo 19-22.

Milan, M.; Fernandes, R.A.T. 2002. Qualidade das operações de preparo do solo por controle estatístico de processo. *Scientia Agrícola* 59: 261-266.

Minitab Inc. 2006. Minitab Statistical Software, Release 15 for Windows, State College, Pennsylvania. Minitab® is a registered trademark of Minitab Inc.

Pereira J., P.; Rezende, P.M.; Malfitano, S.C.; Lima, R.K.; Corrêa, L.V.T.; Carvalho, E.R. 2010. Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agrônômicas da soja [*Glycine max* (L.)]. *Ciência e Agrotecnologia* 34: 908-913.

Pimentel-Gomes, F.; Garcia. C.H. 2002. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba, FEALQ. 309p.

Pinheiro Neto, R.; Gamero, C.A. 1999. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Energia na Agricultura* 14: 69-81.

Suguisawa, J.M.; Franco, F.N.; Silva, S.S.S.; Peche Filho, A. 2007. Qualidade de aplicação de herbicida em lavoura de trigo. *Engenharia Agrícola* 27: 41-47.

Toledo, A.; Tabile, R.A.; Silva, R.P.; furlani, C.E.A.; Magalhães, S.C.; Costa, B. 2008. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. *Engenharia Agrícola* 28: 710-719.

Vieira, S.R.; Millete, J.; Topp, G.C.; Reynolds, W.D. 2002. Handbook for geoestatistical analysis of variability in soil and climate data. In: Alvarez, V.V.H.; Schaefer, C.E.G.R.; Barros, N.F.; Mello, J.W.V.; Costa, L.M. (Ed.) Tópicos em ciência do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo 2: 1-45.

