

FORMATO DE TALHÕES SOBRE O DESEMPENHO DE COLHEDORA DE SOJA

CARLA S. S. PAIXÃO¹, LUCAS AUGUSTO DA S. GÍRIO², ROUVERSON P. DA SILVA³, MURILO APARECIDO VOLTARELLI⁴, FRANCIELE M. CARNEIRO⁵

¹Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP/FCAV, ca_paixao@live.com

²Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/FCAV, lucas_girio@hotmail.com

³Engenheiro Agrícola, Prof. Livre Docente, UNESP/FCAV, rouverson@fcav.unesp.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/FCAV, murilo_voltarelli@hotmail.com

⁵Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/FCAV, franmorlin1@gmail.com

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: A operação de colheita é considerada o processo mais caro e um dos grandes determinantes na produção e rentabilidade da cultura da soja. Informações que auxiliem no gerenciamento de sistemas mecanizados agrícolas e nas tomadas de decisão como o desempenho da colhedora são de grande importância para otimização desta etapa. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho da colhedora de soja em talhões com formatos irregular, retangular e trapezoidal. O experimento foi realizado no período de março de 2014, no município de Uberaba – MG, em área da fazenda São Sebastião. O desempenho da máquina foi avaliado em três talhões com formatos distintos: irregular, retangular e trapezoidal, utilizou-se para comparação os parâmetros: velocidade de deslocamento, rotação do motor, rotação do cilindro e abertura do côncavo. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 18, 28 e 24 repetições para os talhões irregular, retangular e trapezoidal, respectivamente. Foi feita à estatística descritiva com os dados obtidos, para permitir a visualização geral do comportamento dos mesmos. A velocidade de deslocamento da colhedora de soja foi maior no talhão trapezoidal, seguido pelo retangular e irregular. A rotação do cilindro trilhador apresentou os maiores valores para o talhão retangular e trapezoidal.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merrill, colheita mecanizada, estatística descritiva.

FORMAT PLOT ON THE PERFORMANCE OF SOYBEAN HAVESTER

ABSTRACT: The harvesting operation is considered the most expensive process and one of the major determinants in the production and soybean profitability. A good tool for the management of agricultural mechanized systems and in decision-making as the performance of the harvester are of great importance to optimize this step. The objective was to evaluate soybean harvester performance in the stands with irregular, rectangular and trapezoidal shapes. The experiment was carried out from March 2014, in the city of Uberaba - MG, in the farm area São Sebastião. The performance of the machine was evaluated in three plots with different formats: irregular, rectangular and trapezoidal, was used to compare the parameters: forward speed, engine speed, cylinder speed and concave opening. The experimental design was completely randomized with 18, 28 and 24 repetitions for irregular plots, rectangular and trapezoidal, respectively. It is an accurate descriptive statistics with the data obtained to allow an overview of the behavior of the same. The soybean harvester travel speed was higher in the trapezoidal plot, followed by rectangular and irregular. The rotation of the threshing cylinder

presented the highest values for the rectangular and trapezoidal plot.

KEYWORDS: *Glycine max* (L.) Merrill, mechanized harvesting, descriptive statistics.

INTRODUÇÃO

À 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 as perdas consideráveis são contabilizadas na colheita mecanizada, etapa fundamental no processo produtivo das grandes culturas (COMPAGNON ET AL., 2012).

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) apresenta grande importância econômica mundial, devido à ampla utilização dos grãos e à sua adaptação em diversas regiões (Bianco et al., 2012). Durante o processo produtivo, diversos fatores podem influenciar a qualidade dos grãos de soja, desde a instalação dos campos de produção até o armazenamento, contudo, a colheita é considerada a fase mais crítica e importante de todo o processo (CARVALHO e NOVEMBRE, 2012).

Considera-se importante que o desempenho das colhedoras seja otimizado por se tratar de máquinas com elevado custo operacionais. Dessa forma, um método preciso de calcular o desempenho das colhedoras auxilia os usuários a selecionar corretamente a sua capacidade, bem como o equipamento requerido para o transporte da cultura (MOLIN, 2006). De acordo com Silveira et al. (2006), a capacidade de trabalho ou de campo das máquinas agrícolas é função dos seguintes fatores: largura de trabalho da máquina, velocidade de deslocamento, porcentagem de tempo parado ou não operado devido ao tempo gasto no deslocamento para a área a ser trabalhada, em manobras e com outras atividades que podem surgir durante o processo.

Elevações em potencial da eficiência de campo são alcançadas assegurando-se que os tempos improdutivos inerentes às operações sejam mantidos ao nível mínimo, fatores como maiores velocidades, máquinas, de maior largura, talhões de maior comprimento, manobras de menor tempo e procedimentos de manuseio de material mais adequados contribuem ao seu alcance. Em se tratando de máquinas de colheita, os principais fatores que influenciam a eficiência são o sub-aproveitamento da capacidade das máquinas, os procedimentos inadequados de manuseio, a área e o formato de talhões, as técnicas de manobra de cabeceira, os padrões de percurso e as limitações de sistema (SOUZA e SILVA, 2004).

O formato de talhão ideal é descrito por Whitney (1988) como sendo retangular, de largura igual à plataforma e de longo comprimento. Esse tornaria desnecessária a realização de manobras de cabeceira, e maximizaria o nível de eficiência da operação, as colhedoras permaneceriam apenas retirando a produção. Entretanto, na prática, tal condição ideal é inviável, e não pode ser obtida.

Uma alternativa interessante é programar a colheita dos talhões de pior formato para época de maior tempo disponível. Essas normalmente ocorrem ao final da safra, a partir do mês de abril, quando o período típico de maiores precipitações se encerra. Com o tempo disponível maior, um menor número de equipamento se faria necessário (SOUZA e SILVA, 2004).

Neste contexto, considerando que o formato dos talhões afeta o desempenho da colhedora de grãos ao longo da colheita, objetivou-se neste trabalho avaliar a influência do formato dos talhões irregular, retangular e trapezoidal sobre o desempenho da colhedora de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de março de 2014, no município de Conceição

das Alagoas – MG, em área da fazenda São Sebastião, localizada nas proximidades das coordenadas geodésicas: Latitude: 19°44'54"S, Longitude: 47°55'55" W, com altitude média de 801 m. Foram avaliados na mesma área, três talhões com diferentes formatos, sendo o talhão 1 considerado irregular, o talhão 2 retangular e talhão 3 assemelhando-se a um trapézio (Figura 1).

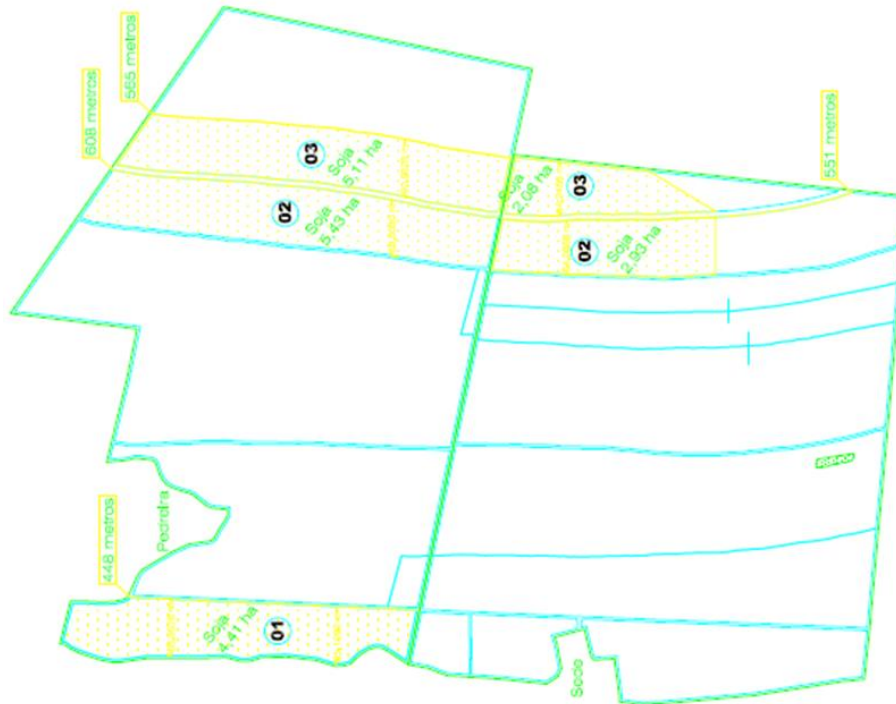


FIGURA 1. Mapa da área experimental.

Para a colheita mecanizada da soja foi utilizada uma colhedora da marca Massey Ferguson, modelo MF 5650 Advanced, ano 2010 com aproximadamente 700 h de trabalho. A colhedora possui motor AGCO Sisu Power de seis cilindros, cuja potência nominal é de 130 kW (175 cv); equipada com plataforma de corte de 5,00 m de largura; sistema de trilha do tipo tangencial; separação por saca-palhas e tanque graneleiro com capacidade de 5500 L.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, para as avaliações de desempenho da colhedora e parâmetros da colheita (sendo 18, 28 e 24 repetições para os talhões 1, 2 e 3, respectivamente). Os tratamentos foram estabelecidos a partir dos formatos dos talhões, sem necessidade de troca de operador da colhedora durante a colheita, proporcionando-se assim melhores condições de controle do experimento. As variáveis avaliadas foram: velocidade de trabalho, rotação do cilindro, rotação do motor, abertura do côncavo e o teor de água dos grãos. As variáveis de desempenho da colhedora foram coletadas manualmente, (na qual eram provenientes de sensores e eram visualizados em um monitor de coluna frontal), por uma pessoa alocada dentro da cabine da colhedora. Por outro lado, o teor de água dos grãos foi mensurado utilizando-se o medidor modelo G600 da marca GEHAKA AGRI. O G600 realiza as medidas em poucos segundos, sem destruir a amostra, utilizando baterias ou conectado na rede elétrica, possui sistema de auto-calibração que reajusta o equipamento a cada medida.

Os dados foram submetidos à estatística descritiva, para permitir a visualização geral do comportamento dos dados. Esta análise assume os dados como sendo independentes entre si, portanto, sem considerar a influência do local de amostragem e as posições relativas. A

demonstração geral do comportamento dos dados foi realizada calculando se as medidas de tendências centrais (média) e medidas de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação).

A verificação da normalidade dos dados foi realizada pelo teste de Anderson-Darling, sendo este uma medida de proximidade dos pontos e da reta estimada na probabilidade conferindo maior rigidez à análise (ESPINOSA et al., 2004) e quando constatada a assimetria realizou-se a transformação do conjunto de dados utilizando-se o melhor ajuste para cada variável (BOX COX transformation), sendo a melhor equação de ajuste designada pelo programa computacional Minitab 16[®].

Uma das possibilidades para se medir a dispersão dos dados se dá por meio do desvio padrão que, de acordo com Pimentel-Gomes e Garcia (2002) este é melhor que a amplitude, pois tem propriedades matemáticas mais convenientes. O desvio padrão pode ser definido como a medida de dispersão que leva em consideração todos os dados, considerando os desvios dos valores em relação à média. Sua obtenção é resultado da média quadrática dos desvios em relação à média aritmética do conjunto de dados considerados. Com relação ao coeficiente de variação da distribuição de uma amostra, Pimentel-Gomes e Garcia (2002) os classificam como muito alto (>30%); alto (entre 21 e 30%); médio (11 a 20%) e baixo (<10%).

Por fim, realizou-se a análise de variância (ANOVA) fator único aplicando-se o teste F, com nível de significância a 5% para verificar a existência ou não de diferenças significativas entre as médias das variáveis analisadas. Quando procedente, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se os parâmetros da estatística descritiva, observa-se que a velocidade de deslocamento da colhedora no talhão irregular, retangular e trapezoidal e a rotação do cilindro no talhão trapezoidal, apresentaram distribuição normal de probabilidade de acordo com o teste de Anderson-Darling. Por outro lado, o teor de água dos grãos apresentou distribuição normal de probabilidade para os talhões irregular e retangular. Estas situações podem ser evidenciadas pelo valor do teste de Anderson-Darling ser próximo de zero, o que retrata melhor distribuição do conjunto de dados ao longo da operação de colheita de soja (Tabela 1).

O teor de água e temperatura dos grãos apresentaram os menores valores dos coeficientes de variação, desvio-padrão e amplitude, retratando que para estas variáveis, apesar de haver variabilidade inerente ao processo, os valores obtidos não foram muito dispersos em relação à média geral do conjunto de dados. Entretanto, Jones et al. (2011) relataram que coeficientes de variação equivalentes aos encontrados no presente trabalho são classificados como baixo, retratando a menor variabilidade do conjunto de dados ao longo do tempo de amostragem.

A rotação do motor apresentou os menores valores dos coeficientes de variação, retratando a menor variação desta variável durante a operação de colheita de soja, enquanto que a rotação do cilindro apresentou os maiores valores de desvio-padrão e amplitude, resultados decorrentes do dinamismo desta regulação ao longo da colheita, em virtude do teor de água dos grãos, para possivelmente minimizar as perdas durante a colheita.

O teor de água dos grãos apresentou maior valor médio para o talhão trapezoidal. Estes resultados podem ser explicados em virtude da condição climática no momento da colheita, pois havia ocorrido chuva anteriormente à colheita, fato este que aumentou o teor de água para os grãos colhidos neste talhão, enquanto que no talhão irregular, os grãos estavam

secos, o que proporcionou sua maior temperatura em virtude da colheita ser realizada em uma condição climática em um período seco.

TABELA 1. Estatística descritiva para as variáveis do desempenho da colhedora durante a colheita mecanizada de soja em três formatos de talhões: irregular, retangular e trapezoidal. **Descriptive statistics for the harvester's performance variables during mechanical harvesting of soybeans in three formats of plots: irregular, rectangular and trapezoidal.**

Talhão	Variáveis	Média*	σ	A	CV	AD	p-valor
Irregular	Velocidade (km h ⁻¹)	3,99 c	0,18	0,60	4,42	0,60	0,106 ^N
	Rotação do cilindro (rpm)	1054 b	39,20	94,00	3,72	2,42	0,002 ^A
	Rotação do motor (rpm)	2569 a	4,89	23,00	0,19	2,16	0,002 ^A
	Abertura do côncavo (mm)	32,89 a	5,02	10,00	15,25	3,29	0,001 ^A
	Teor de água dos grãos (°C)	11,75 b	0,60	2,50	5,11	0,40	0,326 ^N
Retangular	Velocidade (km h ⁻¹)	4,50 b	0,48	2,20	10,72	0,63	0,091 ^N
	Rotação do cilindro (rpm)	1100 a	9,69	40,00	0,88	2,09	0,004 ^A
	Rotação do motor (rpm)	2565 a	8,88	39,00	0,35	2,42	0,002 ^A
	Abertura do côncavo (mm)	34,17 a	5,08	10,00	14,88	5,01	0,001 ^A
	Teor de água dos grãos (°C)	11,50 b	1,47	5,20	12,78	0,75	0,05 ^N
Trapezoidal	Velocidade (km h ⁻¹)	5,04 a	0,28	1,30	5,70	0,45	0,251 ^N
	Rotação do cilindro (rpm)	1089 a	10,90	53,00	1,00	0,86	0,053 ^N
	Rotação do motor (rpm)	2566 a	7,15	33,00	0,28	2,29	0,002 ^A
	Abertura do côncavo (mm)	33,80 a	5,10	10,00	15,09	4,34	0,003 ^A
	Teor de água dos grãos (°C)	15,11 a	0,92	3,80	6,09	1,24	0,002 ^A

σ : desvio padrão; A: amplitude; CV (%): coeficiente de variação; AD: teste de normalidade de Anderson-Darling; (N: distribuição normal – $p > 0,05$; A: distribuição não normal – $p < 0,05$).

*Para a coluna, para cada fator, as letras indicam a diferença entre si, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$ de probabilidade.

A consideração da possível minimização das perdas para o presente trabalho, foi apresentada por Tabile et al. (2008), ao relatarem que a maior rotação do cilindro trilhador, associado ao menor teor de água dos grãos, não apresentou os maiores valores das perdas dos mecanismos internos e totais.

A rotação do motor apresentou os menores valores dos coeficientes de variação, retratando a menor variação desta variável durante a operação de colheita de soja, enquanto que a rotação do cilindro apresentou os maiores valores de desvio-padrão e amplitude, resultados decorrentes do dinamismo desta regulagem ao longo da colheita, em virtude do teor de água dos grãos, para possivelmente minimizar as perdas durante a colheita.

A velocidade de deslocamento da colhedora de soja foi maior no talhão trapezoidal, seguido pelo retangular e irregular. Observa-se ainda que a rotação do cilindro apresentou os maiores valores para o talhão retangular e trapezoidal, em relação ao irregular. A possível explicação para a menor velocidade de trabalho da colhedora no talhão irregular, em relação aos demais, pode ser em razão de que, em virtude deste formato, o operador da colhedora tentou começar a colheita em um ângulo de 45° em relação as linhas semeadas. Este fato foi realizado a fim de aproveitar o deslocamento da máquina, o que tornava a colheita em uma condição não favorável, e a escolha de menor velocidade foi na tentativa de se tentar causar menores perdas durante a colheita, levando-se em consideração também o menor teor de água dos grãos nesta situação.

Mesquita et al. (2001) analisaram a influência da velocidade de deslocamento nos níveis de perdas quantitativas, 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 situação esta que não ocorreu para o presente trabalho em que a maior velocidade foi de 5 km h⁻¹, verificada no talhão trapezoidal.

Ressalta-se ainda que a rotação do cilindro trilhador, também foi menor no talhão irregular, em comparação aos demais analisados. Esta condição pode ser explicada em virtude do menor teor de água dos grãos, tentando desta maneira minimizar as perdas por quebras e/ou trincas nos grãos.

CONCLUSÕES

O formato dos talhões afetam os parâmetros de desempenho da colhedora de soja, bem como o teor de água dos grãos ao longo da colheita.

A velocidade de trabalho da colhedora e o teor de água dos grãos apresenta maior média para o talhão trapezoidal em relação aos demais.

A rotação do cilindro é maior para o talhão irregular em relação aos demais formatos.

REFERÊNCIAS

BIANCO, S.; CARVALHO, L. B.; BIANCO, M. S.; PITELLI, R. A. Acúmulo de massa seca e de macronutrientes por plantas DE *Glycine max* e *Solanum americanum*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 87-95, 2012.

CARVALHO, T. C.; NOVENBRE, A. D. L. C. Qualidade de sementes de soja colhidas de forma manual e mecânica com diferentes teores de água. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 155-166, 2012.

COMPAGNON, A. M.; SILVA, R. P.; CASSIA, M. T.; GRAAT, D.; VOLTARELLI, M. A. Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja. **Revista Scientia Agropecuaria**, Trujillo, v. 3, n. 3, p. 215 – 223, 2012.

ESPINOSA, M. M.; CALIL JÚNIOR, C.; LAHR, F. A. R. Métodos paramétricos e não paramétricos para determinar o valor característicos em resultados de ensaio de madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 76-83, 2004.

JONES, M.C.; ROSCO, J.F.; PEWSEY, A. Skewness-invariant measures of kurtosis. **The American Statistician**, v.65, n.2, p.89-95, 2011.

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. **Manual do produtor: como evitar desperdícios nas colheitas de soja**,

milho e do arroz. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1974. 301 p.

MOLIN, J. P.; MILAN, M.; NESRALLAH, M. G. T.; CASTRO, C. N.; GIMENEZ, L. M. Utilização de dados georreferenciados na determinação de parâmetros de desempenho em colheita mecanizada. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 759-767, 2006.

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

SILVEIRA, G. M.; YANAI, K.; KURACHI, S. A. H. Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 220-2245, 2006.

SOUZA e SILVA, S. S. **Logística aplicada a colheita mecanizada de cereais.** 2004. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

TABILE, A. R.; TOLEDO, A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; GROTTA, D. C. C.; CORTEZ, J. W. Perdas na colheita de milho em função da rotação do cilindro trilhador e umidade dos grãos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 505-510, 2008.

WITNEY, B. **Choosing and using farm machines.** Essex: Longman Scientific and Technical, 1988. 412p.