

DESEMPENHO DE OITO MODELOS DE LÂMINAS DE PLATAFORMAS UNIVERSAIS DE COLHEITA DE GRÃOS, NO CORTE DO SOJA

HEVANDRO C. DELALIBERA¹, ANA LAURA G. COSTA²

¹ Pesquisador, Dr.; Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná IAPAR-Emater, Área de Engenharia Agrícola e Tecnologias Digitais, Londrina – PR; Fone: (23) 3376 2252; e-mail: hevandro@idr.pr.gov.br

² Graduanda em Agronomia; Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina - PR.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: Embora a mecanização esteja passando por uma transformação tecnológica, ainda se nota casos em que a informação técnica é precária e fornece pouco subsídio para a escolha da tecnologia mais adequada. As lâminas para barras de corte de plataformas universal de colheita de grãos é um bom exemplo. Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de oito modelos comerciais de lâminas aplicadas em barra de corte, visto a hipótese de que o seu *designer* construtivo proporciona desempenho distinto. Para tal, foi utilizado um dispositivo que simula em bancada as condições de operação de uma barra de corte, com este se mensurou o impulso de cisalhamento para cortar hastes do soja. Foi realizado um experimento com delineamento em blocos em esquema de parcela subdividida, sendo quatro níveis de umidade na parcela e oito modelos de lâminas na subparcela, com trinta repetições. Com este se obteve que a lâmina L3 apresentou melhor desempenho quanto a tensão de cisalhamento de hastes do soja.

PALAVRAS-CHAVE: ângulo de ataque, tensão de cisalhamento, tipo de bisel.

PERFORMANCE OF EIGHT BLADES TYPES OF UNIVERSAL GRAIN HARVESTER HEADER IN SOYBEAN STEM SHEAR

ABSTRACT: Despite the agricultural mechanization is undergoing a technological transformation, there are still cases in which technical information is precarious and provides little support for choosing the most appropriate technology. The cutterbar blades of grain harvesting universal headers is a good example. Thus, this work aimed to evaluate the performance of eight commercial models of cutterbar blades, considering the hypothesis that their constructive design provides different performance. To this, was used a device that simulates the operating conditions of a cutterbar on the bench, with which the shear impulse to cut soybean stems was measured. An experiment was carried out with a block design in a split-plot scheme, with four moisture levels in the plot and eight cutterbar blade models in the subplot, with thirty replications. Was obtained that the L3 cutterbar blade presented the better performance regarding the shear stress of soybean stems.

KEYWORDS: attack angle, shear stress, bevel type

INTRODUÇÃO: O setor produtivo rural tem dado preferência ao uso da mecanização no campo, visto que sua aplicação torna os processos menos penosos, mais eficientes e reduz os custos da produção. Em virtude desses acontecimentos, a indústria investe e avança em tecnologia trazendo a cada momento novas ferramentas com processos cada vez mais automatizados e com o uso mais frequente da eletrônica embarcada com sensoriamento das

atividades, a fim de otimizar os processos. Contudo a otimização das atividades mecanizadas não depende tão somente da implementação de automação e eletrônica, o aperfeiçoamento do design de máquina também é relevante e deve caminhar junto com os demais conceitos. Para alguns casos, na mecanização agrícola, ainda são precárias as informações técnicas que visam subsidiar o produtor na escolha de produtos. No caso dos dispositivos de corte de materiais vegetais, poucos trabalhos são apresentados na perspectiva da engenharia, com respeito à resistência ao corte de culturas, visto que este é um relevante parâmetro para o desenvolvimento de dispositivos que possuem esse propósito (BIANCHINI; MAGALHÃES, 2004). Como o caso das lâminas para barra de corte das plataformas universais aplicadas na colheita de grãos, no qual o mercado dispõe de uma grande diversidade de modelos, com algumas sugestões dos fabricantes sobre sua aplicação, porém, o usuário não dispõe de informações técnicas suficientes para decidir qual a lâmina melhor para a sua demanda de aplicação. Desse modo, visto a carência de informações sobre a ciência da interação dispositivo de corte e material vegetal e, visto a hipótese de o *design* da lâmina exercer efeito sobre seu desempenho, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes modelos de lâminas comerciais aplicadas em barra de corte de plataformas universais de colheita de grãos, quando no cisalhamento de hastes da sojicultura, com o intuito de gerar informações para auxiliar a indústria no desenvolvimento de produtos melhores e subsidiar os usuários na escolha de lâminas melhores.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido no Laboratório de Engenharia Agrícola e Tecnologias Digitais do IDR-Paraná em Londrina-PR. Para este se utilizou o Módulo de Cisalhamento de Plantas (MCP) e metodologia experimental conforme Delalibera et al. (2021). Como parâmetros de regulação de operação do MCP se utilizou distância/folga de aproximadamente 0,3 mm entre a passagem da lâmina com a contra faca, aferida através de lâmina de calibração de 0,3 mm (folga dentro do intervalo recomendado pelos fabricantes) e configuração do *datalogger* para realizar a aquisição de dados com taxa de 51,2 kHz. Com o MCP se mensurou a curva de impulso de cisalhamento hastes de plantas do soja para oito modelos de lâminas destinadas a aplicação em barra de corte de plataformas universais utilizada na colheita de grãos. Desta curva de impulso de cisalhamento se coletou o valor de pico do impulso de cisalhamento, o qual foi utilizado para o cálculo da estimativa da tensão de cisalhamento pelo tempo. As lâminas avaliadas se distinguem pelo seu *designer* de ângulo de ataque e número de dentes por polegada conforme descrito na Tabela 1, onde as lâminas de 1 a 6 são lâminas de 3 polegadas e as lâminas 7 e 8 são de 4 polegadas.

TABELA 1: Descrição das lâminas utilizadas no experimento.

Lâmina (L)	1	2	3	4	5	6	7	8
Ângulo de ataque da lâmina	60°	55°	55°	62°	62°	74°	70°	70°
Número de dentes por polegada ¹	14	10	13	9	14	8	8	14

1 - Número de dentes por polegada de bisel sendo todas as lâminas dotadas de bisel do tipo serrilhado com ângulo de 21°.

Para a realização dos testes de desempenho das lâminas, se coletou a campo plantas da cultura do Soja, cultivar Nidera 5909, safra 2021/22, em quatro condições distintas de conteúdo de água na haste da planta, após o ponto de maturação fisiológica dos grãos, compreendendo desde plantas com haste verde até plantas com haste seca. As umidades foram estimadas através de amostras das hastes coletadas logo em seguida a avaliação de corte, acomodadas em recipientes de alumínio e determinadas pelo método da estufa com circulação forçada de ar a 105 °C por 24 horas (RODRIGUES, 2010). Foi demarcada uma posição na haste das plantas em altura que corresponde a ~20 mm do solo, posição na qual foi realizado o corte pelo MCP. Neste local da haste também foi mensurado o diâmetro em duas posições defasadas em 90°, visando estimar a área da seção e, posteriormente, realizar a estimativa da

tensão de cisalhamento (MPa s^{-1}) obtido pelo cálculo do valor do pico de impulso de força para o rompimento da haste de acordo com sua área da seção de corte. O experimento foi realizado em delineamento de blocos não casualizados em esquema de parcela subdividida, também conhecido como experimento em faixa, estando na parcela as quatro umidades e na subparcela as oito lâminas, avaliadas com 30 repetições. Os dados foram preliminarmente analisados nos *softwares* NI DIAdem 2017 e as análises estatísticas foram processadas nos programas computacionais Microsoft Excel 2018, Bioestat 5.0 e SISVAR 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Se obteve para os quatro pontos de maturação das hastes das plantas de soja, as umidades em base úmida de 29,1, 23,8, 14,5 e 5,4%, que refletem visualmente desde haste verde até haste seca (cor de palha) respectivamente, ressaltando que, no campo, estas condições são possíveis de serem encontradas simultaneamente. A análise de variância mostrou que há interação entre o *design* das lâminas com a quantidade de umidade na haste da cultura da soja. A partir do desdobramento em regressão da umidade dentro de cada lâmina, se obteve que a umidade desempenha efeito inversamente proporcional a demanda de tensão de cisalhamento pelo tempo, de forma linear para as lâminas L2, L4, L5, L7 e de forma quadrática para lâminas L1, L3, L6 e L8, conforme a Figura 1. Estes resultados corroboram com os obtidos por Delalibera e Oliveira (2022) para a cultura do feijoeiro. Em contraponto a este estudo, Hoseinzadeh *et al.* (2009) obtiveram que com a redução do teor de umidade no caule, resultou na redução da energia necessária para o cisalhamento de hastes de plantas de trigo, ou seja, a energia de cisalhamento foi diretamente proporcional a umidade. Segundo o autor esses efeitos podem ter ocorrido devido a concentração de lignina presente na haste. Hipoteticamente, também se sugere um efeito proporcionado pelo dispositivo utilizado na avaliação ser do tipo pendular, o qual pode sofrer a ação de fatores externos desaceleração durante o impacto/corte.

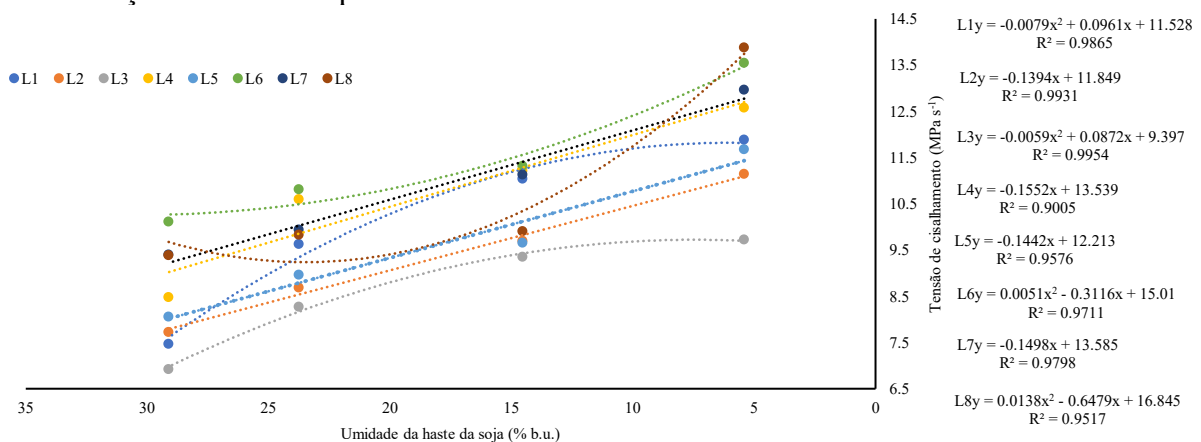


FIGURA 1. Desdobramento em regressão da interação entre os níveis de umidade dentro das lâminas L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L8.

Para a demanda média geral máxima de tensão de cisalhamento, se obteve que, a lâmina L3 apresentou estatisticamente o melhor desempenho, se diferenciando das demais pela menor demanda média das máximas de tensão de cisalhamento sendo para esta, $8,6 \text{ MPa s}^{-1}$. As lâminas L8, L7 e L6 não diferiram e apresentaram as maiores tensões de cisalhamento em relação ao conjunto de lâminas avaliadas (respectivamente $10,8$, $10,8$ e $11,4 \text{ MPa s}^{-1}$), lembrando que as L7 e L8 são lâminas de 4 polegadas e a L6 é uma lâmina dupla, assim como a L7 e L8, entretanto para acoplamento em barra de corte para lâminas de 3 polegadas, como mostra a Figura 2. Para estas, se entende que a maior demanda de tensão de cisalhamento é resultante dos seus maiores ângulos de ataque. As L2, L5, L1 e L4 apresentaram demanda de tensão intermediária (respectivamente $9,3$, $9,5$, $10,0$ e $10,7 \text{ MPa s}^{-1}$). Corroborando com o

obtido neste estudo, Azadbakht *et al.* (2016) também obtiveram que a força de corte aumentou com o aumento do ângulo de ataque da lâmina durante o corte de colmos de canola, ou seja, as lâminas com ângulo de ataque menor tenderam a apresentar menor demanda de tensão média máxima de cisalhamento.



FIGURA 2. Lâmina 3 à esquerda (L3); lâmina 8 ao centro (L8); lâmina 6 à direita (L6).

Por fim, os resultados obtidos neste estudo, referentes as demandas de tensão média máxima para cada lâmina durante o corte das hastes de soja, foram similares aos valores obtidos para as mesmas lâminas durante o corte de hastes do feijoeiro, conforme realizado por Delalibera e Oliveira (2022) e, portanto, se entende que a demanda de tensão de cisalhamento para este processo de corte, é intrínseco as características e do *designer* da lâmina (ângulo de ataque, ângulo e tipo do bisel e espessura da lâmina), não dependendo diretamente das características e propriedades do material vegetal cortado.

CONCLUSÃO: A umidade exerceu efeito inversamente proporcional sobre a demanda de tensão de cisalhamento para o corte de haste do soja. As lâminas com menor ângulo de ataque proporcionam menor demanda de tensão de cisalhamento durante o corte de hastes do soja. A L3 apresentou o melhor desempenho.

AGRADECIMENTOS: A colaboração dos técnicos do IDR-Paraná, José Arnaldo Granato e Claudemir Jorge Lemes e a Industria Venturoso, Valentini & CIA LTDA (VV) pelo apoio econômico e financeiro ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS:

- AZADBAKHT, M.; TORSHIZI, V.M.; GHAJARJAZI, E.; ZIARATBAN, A. Determination of some constant parameters during cutting of canola stem. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v. 18, n. 2, p. 351-359, 2016.
- BIANCHINI, A.; MAGALHÃES, P.S.G. Comportamento da palha de cana-de-açúcar submetida ao corte por meio de ensaios de bancada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p.304-310, 2004.
- DELALIBERA, H.C.; OLIVEIRA, V.V. Desempenho de oito modelos de lâminas de plataformas universais de colheita de grãos, no corte do feijoeiro. In: **Anais... LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 2022. CONBEA, 2022.
- HOSEINZADEH, B.; ESEHAGHBEYGI, A.; RAGHAMI, N. Effect of moisture content, bevel angle and cutting speed on the shear energy of three wheat varieties. **World Applied Sciences Journal**, v. 7, n. 9, p. 1120-1123, 2009.
- RODRIGUES, R.C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Química analítica - Análise química – Manual de laboratório. Documentos 306, p.177, 2010.