

## DESEMPENHO DE TRÊS MODELOS DISTINTOS DE LÂMINAS DE BARRA DE CORTE NO CISALHAMENTO DE PLANTAS DE SOJA

Hevandro Colonhese Delalibera<sup>1</sup>, Eduarda Ferreira Martinez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutor; Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná IAPAR-Emater, Área de engenharia Agrícola e Tecnologias Digitais, Londrina – PR; Fone: (43) 3376 2252; e-mail: hevandro@idr.pr.gov.br

<sup>2</sup> Graduada em agronomia; Universidade Pitágoras Unopar, Londrina - PR

Apresentado no  
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021  
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

**RESUMO:** O produtor rural e a assistência técnica não dispõem de informações que subsidiem a escolha de lâminas melhores para suas máquinas no momento da compra, visto que o mercado está repleto de modelos distintos. Neste trabalho se avaliou o desempenho de três modelos de lâminas para barra de corte de plataformas universais aplicadas em colheita de grãos, para o quesito tensão de cisalhamento durante o corte de hastes de plantas de soja, visando determinar seu desempenho. Para este, se utilizou um dispositivo que simula em bancada as condições de operação de uma barra de corte. Através deste se realizou um experimento com delineamento em blocos com esquema de parcela subdividida, se mensurando a tensão de cisalhamento necessária para cortar hastes de soja para três modelos de lâminas em quatro condições de umidade das hastes de soja com 22 repetições cada. Se obteve que a demanda de tensão de cisalhamento foi inversamente proporcional a umidade da haste da planta de soja. A lâmina com bisel do tipo serrilhado com 10 dentes por polegada e ângulo de abertura de 70° apresentou o melhor desempenho médio relativo à tensão máxima de cisalhamento para cortar hastes da planta/cultivar de soja testada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tensão de cisalhamento; Eficiência; Colheita de grãos

### PERFORMANCE OF THREE DESIGN OF GRAIN HEADER CUTTING BAR KNIFE AT THE SHEARING SOYBEAN STEMS

**ABSTRACT:** The farmer and technical assistance do not have information to support the choice of better knives for their machines, since the market is full of different models at the time of purchase. In this work evaluated the performance of three knives design applied in cutting bar of the universal header grain harvesters, for the maximum shear stress, when shearing of the soybean plant stems, aiming to determine its performance. For this, was used a device that simulates the operating conditions of a cutting bar on the bench. Through this, an experiment was carried out with a block design with a split-plot scheme, measuring the shear stress required to cut soybean stem for three knives models in four moisture conditions of soybean stem with 22 repetitions each. It was found that the shear stress demand was inversely proportional to the soybean plant stem moisture. The knife with serrated bevel with a 10 teeth per inch and 70° opening angle showed the best average performance relative to the maximum shear stress to cut stem of the tested soybean plant/cultivar.

**KEYWORDS:** Shear stress; Efficiency; Grain harvest

**INTRODUÇÃO:** O desenvolvimento e a otimização dos mecanismos e estruturas de um projeto de máquinas é de suma importância para a melhoria do desempenho, durabilidade e redução de custos. Contudo, para tal é necessário se ter as estimativas de força e energia

demandadas nos processos, de acordo com o *design* do elemento de máquina em interação com as características e propriedades do material a ser processado. A literatura disponível sobre o tema é escassa e este fato está diretamente relacionado à falta de metodologias, dificuldade no levantamento da informação além do seu elevado custo. Na agricultura a aplicação de máquinas e mecanismos é imprescindível para a atividade. Entretanto, pouco se conhece quanto as interações entre design de máquina com as características da planta. Um exemplo são as lâminas para barra de corte de plataformas universais, no qual há uma gama de modelos, com algumas indicações dos fabricantes sobre sua aplicação, porém, o usuário não dispõe de informação técnica suficiente para escolher um ou os modelos de lâminas mais eficientes para a aplicação, se considerando a hipótese de haver diferença entre estas, conforme relato dos próprios fabricantes. Com base no relato, neste se realizou um experimento a partir de um sistema que simula em bancada as condições de funcionamento de uma barra de corte de plataforma universal aplicadas em colheita de grãos, conforme descrito por Delalibera et al. (2020), com o objetivo de avaliar o desempenho de lâminas distintas para barra de corte, disponíveis no mercado, através de testes de cisalhamento de hastes de plantas de soja, com o intuito de gerar informações para auxiliar técnicos e produtores na escolha de lâminas mais eficientes e auxiliar a indústria no desenvolvimento e produção de produtos melhores.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia Agrícola e Tecnologias Digitais do IDR-Paraná em Londrina-PR. Para este se modificou uma prensa excêntrica com capacidade de 5 kN, para que esta simule em bancada as condições médias de rotação (~600rpm/10Hz) e deslocamento aplicados na operação das barras de corte de plataformas para colheita de grãos. Esta foi instrumentada com um transdutor de força de 1 kN modelo U93® (HBM), acoplado diretamente sob as contra facas (Figura 1B), se utilizando a distância/folga de 0,3 mm entre a passagem da lâmina e contra facas. A interface eletromecânica no dispositivo foi realizada através de um *datalogger* modelo cDAQ-9137 Linux *real-time*® (National Instruments) e módulos de condicionamento de sinais específicos (NI 9218 e NI 9401), com taxa de aquisição de dados de 51,2 kHz e, o disparo da aquisição de dados, foi realizado por lógica de pré *trigger* de 25 kHz, através de sensor ótico, acionado pelo deslocamento da lâmina. O código fonte para operação do dispositivo foi feito através do software NI LabVIEW Academic 2017. A aferição do MCP foi realizada através do método e modelo sugerido por Kobusch et al. (2015) e PCB Piezotronics (2016) conforme Delalibera et al. (2020). Este foi denominado de Módulo de Cisalhamento de Plantas (MCP) (Figura 1).

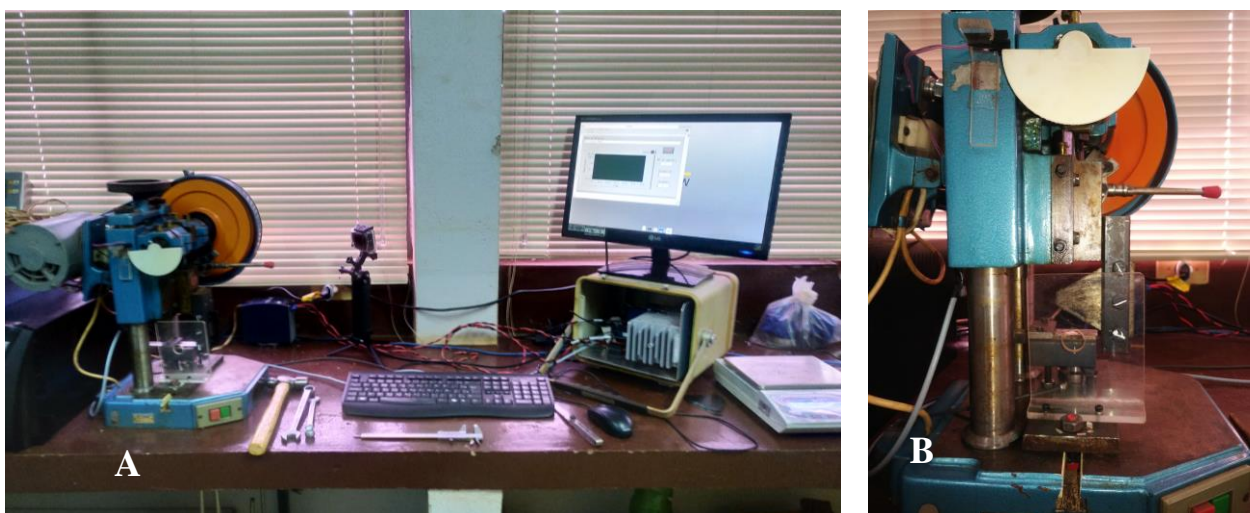


Figura 1. Aparato experimental. A – Módulo de cisalhamento de Plantas (MCP); B – Detalhe do sistema para avaliação do desempenho das lâminas.

O trabalho consistiu na avaliação do desempenho de três modelos de lâminas destinadas a aplicação em barra de corte, com relação ao design do ângulo de ataque e do bisel, quando no corte de hastes de plantas de soja. Se ressalva que estes designers de lâminas são disponíveis para qualquer plataforma disponível no mercado. **L1** possui bisel tipo serrilhado com 14 dentes por polegada e ângulo de ataque de  $60^\circ$  (ângulo de abertura de  $\sim 60^\circ$ ), **L2** possui bisel serrilhado com 10 dentes por polegada e ângulo de ataque de  $55^\circ$  (ângulo de abertura de  $\sim 70^\circ$ ) e **L3** possui bisel serrilhado com 13 dentes por polegada e ângulo de ataque de  $55^\circ$  (ângulo de abertura de  $\sim 70^\circ$ ), conforme a Figura 2.

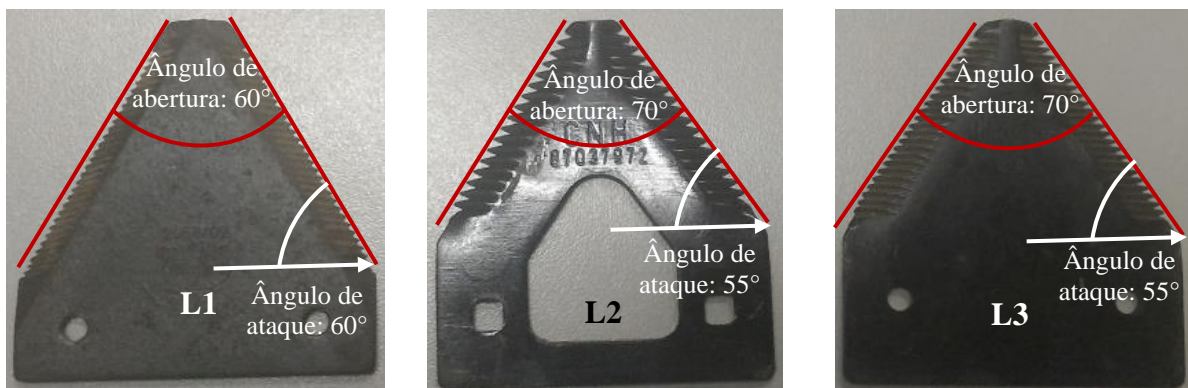


Figura 2. Modelos de lâminas avaliadas e seus respectivos ângulos de ataque ou abertura (o ultimo é o mais utilizado pela indústria).

Para os testes se coletou em área de produção comercial considerada homogênea, plantas da cultura da soja, cultivar Nidera 5909, safra 2020/2021, em quatro condições de conteúdo de água da haste distintos, todas após o ponto de maturação fisiológica dos grãos, compreendendo desde plantas com haste verde até plantas com haste seca. Estas foram distinguidas de forma visual no momento da coleta das amostras. Demarcou-se uma posição na haste das plantas em altura que corresponde a  $\sim 25\text{mm}$  do solo, com o intuito de mensurar seu diâmetro em duas posições defasadas de  $90^\circ$  e, na sequência, neste local demarcado, proceder a mensuração do impulso necessário para o corte das plantas, realizado através do MCP para, posteriormente, se estimar a tensão de cisalhamento (Mpa) obtida através do pico de impulso da força necessária ao rompimento da haste dividido pela estimativa da área da seção de corte da respectiva haste, sendo cada haste considerada uma repetição. Amostras de hastes de soja de cada tratamento foram acondicionadas em recipiente apropriado para determinação da umidade pelo método da estufa a  $105^\circ\text{C}$  (Rodrigues, 2010).

O experimento foi realizado com delineamento em blocos casualizados com esquema de parcela subdividida, sendo três lâminas com quatro conteúdos de água e 22 repetições. Este delineamento foi determinado visto a impossibilidade da casualização do fator umidade, pois, foi necessário em média um dia entre cada coleta, para se proporcionar cada condição de umidade avaliada, impossibilitando sua casualização, visto que o teste de corte foi realizado imediatamente após a coleta de cada tratamento, ou seja, quatro dias. Os dados foram analisados nos softwares NI DIAdem 2017, Microsoft Excel 2018, Bioestat 5.0 e SISVAR 5.6.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Se obteve para as quatro condições de maturação das hastes das plantas de soja as umidades em base úmida de 38,6, 29,7, 12,6, 4,7% que refletem visualmente desde haste verde até haste seca (cor de palha) respectivamente, sendo importante relatar que, no campo, é possível se encontrar parte destas condições simultaneamente e, portanto, se classificou visualmente as plantas com base em sua coloração no momento da coleta. Entretanto, para garantir as diferentes umidades das amostras, cada condição foi

coletada e testada em dias distintos, resultando em 4 dias para contemplar o experimento. Na análise de variância se observou que há interação entre design de lâminas (ângulo de abertura e número de dentes por polegada do bisel) com o conteúdo de água na haste da planta de soja, como apresenta a Figura 3. Também foi possível observar que as lâminas **L1** e **L2** foram representadas por modelos quadráticos, enquanto para **L3**, apenas o modelo linear apresentou significância. Na Figura 3 também é possível observar que, para as duas condições de maior umidade da haste das plantas (29,7 e 39,6%), não houve diferença significativa para a tensão de cisalhamento entre as lâminas. Como comentado anteriormente, no momento da colheita, para a cultivar de soja avaliada, podem existir simultaneamente pelo menos três das condições de umidade da haste e, por este, para via de recomendação técnica na escolha da lâmina, a análise de variância da média geral das umidades mostra que a lâmina **L2** apresenta estatisticamente a menor demanda média de tensão de cisalhamento (**L2** - 7,35a; **L3** - 7,97b; **L1** - 8,25b MPa) e, portanto, apresenta o melhor desempenho médio, enquanto **L1** e **L3** não apresentam diferença.

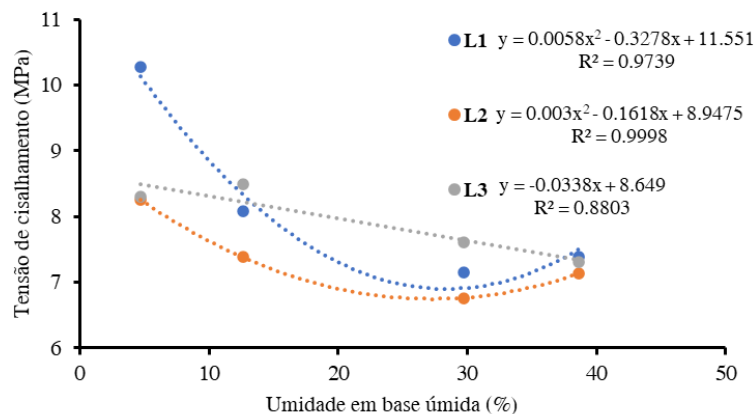


Figura 3. Desdobramento em regressão da interação entre os níveis de umidade dentro das Lâminas **L1**, **L2** e **L3**

**CONCLUSÕES:** A demanda de tensão de cisalhamento para o corte da cultura/cultivar de soja avaliada é inversamente proporcional a quantidade de água na haste da planta. O design da lâmina **L2** apresentou o melhor desempenho médio em comparação com as lâminas avaliadas.

**AGRADECIMENTOS:** A colaboração dos técnicos do IDR-Paraná José Arnaldo Granato e Claudemir Jorge Lemes e a Empresa Venturoso, Valentini & CIA LTDA. (VV).

#### REFERÊNCIAS:

DELALIBERA, H.C.; ANTUNES, P.S.; MOREIRA, L.R.D. Aferição dinâmica de dispositivo com vistas à mensuração do desempenho de Lâminas no cisalhamento de plantas. In: **Anais... XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2020. CONBEA 2020, 2020.**

KOBUSCH, M.; EICHSTÄDT, S.; KLAUS, L.; BRUNS, T. Investigations for the model-based dynamic calibration of force transducers by using shock excitation. **ACTA IMEKO**. v.4, n.2, p.45-51, Jun. 2015.

PCB PIEZOTRONICS. **Impact and drop testing: with ICP® force sensors**. 2016.

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.