

## DESEMPENHO DA COLHEDORA DE MILHO PENHA CLM-350 — PARTE II — SISTEMAS DE DEBULHAMENTO E LIMPEZA \*

J.A. Furlani Jr. \*\*  
J.B. Guimarães Jr. \*\*  
L.A. Balastreire \*\*\*

### RESUMO

Com a finalidade de quantificar o desempenho dos sistemas de debulhamento e limpeza da colhedora Penha CLM-350, estudou-se as perdas percentuais em grão de milho, ocorridos na saída de palhas, bem como a porcentagem de impurezas, presente no milho ensacado.

Tomando-se como 100% os grãos de milho colhidos pelo sistema espigador, determinou-se o valor percentual perdido pelos sistemas de debulhamento e limpeza, bem como a porcentagem de impurezas presente nos grãos de milho ensacado, nos diversos tratamentos estudados. O teor médio de umidade foi de 15,78% (b.u.).

Os tratamentos correspondentes ao sistema de debulhamento e limpeza são as velocidades periféricas do debulhador ou as rotações do aspirador em faces da configuração geométrica da máquina.

Os resultados obtidos foram estudados através da análise de variância, empregando-se os testes F, aos níveis de 1% e 5% de probabilidade e o teste Tukey, para a comparação estatística entre as médias.

A análise estatística para verificar a influência da rotação do aspirador, em relação a porcentagem de grãos de milho perdidos na saída de palhas, mostrou diferenças altamente significativas, podendo-se admitir uma relação direta entre os dois parâmetros nas condições do ensaio.

Com relação a rotação do aspirador e a porcentagem de impurezas, presentes nos grãos de milho ensacados, os testes das médias revelaram significância entre os tratamentos D (1241,7 rpm) e E (820 rpm) sendo que este último apresentou a maior média. Uma análise mais acurada dos resultados sugere que a porcentagem de impurezas, estaria mais na dependência das relações de fluxo através da colhedora, do que propriamente do regime do aspirador.

---

\* Trabalho apresentado no V Congresso Nacional de Engenharia Agrícola, de 16 a 19 de julho de 1975, em Lavras-MG. Entregue para publicação em 31-12-1977.

\*\* Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Campus de Botucatu — UNESP.

\*\*\* Departamento de Engenharia Rural — ESALQ-USP.

## INTRODUÇÃO

Conforme foi ressaltado em trabalho anterior, a mecanização da colheita do milho é uma das grandes preocupações dos pesquisadores em máquinas agrícolas, desde há muito, não só pela importância desse produto, como também pela onerosidade, que a colheita manual, traz ao custo da produção.

BELDIN e SKROMME (1953) e Saul e Steele citados por WAELTY e BUCHELE (1969) relataram as vantagens das colhedoras debulhadoras sobre as espigadoras. Citam como razões, a vantagem do milho ser colhido mais cedo, e que evita as perdas no campo por espigas caídas e o debulhamento nos rolos espigadores. Acrescentaram que a colheita, o manejo, o processamento e a armazenagem tem seus custos substancialmente reduzidos, pois o milho em grão ocupa uma metade do volume da espiga; grande trabalho de campo é eliminado. Finalmente grandes volumes de milho debulhado com teores de umidade mais uniformes, são colhidos facilmente em períodos curtos e um volume maior de restos de cultura é deixado no próprio campo, onde todo seu valor pode ser assimilado diretamente pelo solo.

Visando ampliar o estudo do desempenho da colhedora — Penha CLM-350 realizou-se o presente trabalho quantificando a eficácia dos sistemas de debulhamento e limpeza através das porcentagens de milho perdidos na saída de palha e conseqüentemente porcentagens de grãos de milho ensacado e porcentagem de impurezas presentes.

## REVISÃO DA LITERATURA

BURROUGH E HARBAGE (1953) relataram perdas de 1,5% de grãos de milho no debulhador em ensaios de campo com uma colhedora debulhadora a um teor de umidade de 24,9%. Para teores de umidade de 34,5%, o debulhamento resultou em péssimos resultados de tal forma, que os ensaios para esse teor de umidade foram suspensos.

GOSS et al (1955) trabalhando com combinadas na colheita mecânica de milho, com velocidade de 3,2 e 1,61 km/h. concluíram que o milho debulhado com velocidades periféricas do cilindro batedor de 14,7 m/s ou menos, apresentou 2% ou menos de grãos danificados mecanicamente e impurezas, e que a melhor velocidade periférica está ao redor de 14,2 m/s.

PICKARD (1955) concluiu que a utilização de cilindros tipos raspadores parecem ser superiores aos cilindros de barras anguláveis na eficácia do debulhamento. Quanto a velocidade do cilindro batedor, afirma que a de 800 rpm (15,7 m/s na periferia) é mais desejável que 600 rpm (11,9 m/s na periferia).

JOHNSON et al (1963) entre várias conclusões obtidas, relatam que das perdas invisíveis, 2,5% podem ser explicadas por grãos deixados no sabugo ou pela interrupção de acumulação de matéria seca.

BYG e HALL (1968) realizaram ensaios que indicaram a velocidade de 500 rpm do cilindro batedor suficiente para debulhar o milho e resultou em idêntica porcentagem de debulhamento quando comparada a 600 rpm. As características do cilindro batedor da combinada não foram essencialmente afetadas pelas mudanças nas relações de fluxo dentro das condições estudadas.

BRASS e MARLEY (1973) projetaram rolos debulhadores de milho comparando-os com os cilindros batedores e chegaram a conclusão que a eficácia do debulhamento são similares entre os dois tipos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais empregados no presente trabalho compreendem as espigas colhidas pelo sistema espigador de colhedora Penha CLM-350, o tacômetro da marca JAQUET, modelo 620 todos já descritos em trabalho anterior (Parte I).

O sistema debulhador é constituído de um tambor de peneiras, dentro do qual gira um tubo cilíndrico, sobre o qual existem solidárias, barras de secção circular recurvadas e presas pelas extremidades ao tubo, sendo dispostas helicoidalmente. A ação mecânica das barras girando, sobre as espigas, afasta as palhas que as recobre e provoca o debulhamento do milho (Fig. 1, n.º 4 e Fig. 2 n.º 14, Parte I). Os grãos atravessam o tambor de peneira e vem ter a uma calha inferior. Pela rosca condutora horizontal (Fig. 2, n.º 6, Parte I) conjugada à calha, os grãos são levados ao elevador de palhetas (Fig. 1 e 2, n.º 7 Parte I) e encaminhados pelo condutor intermediário (Fig. 1, n.º 9. Parte I) até o cabeçote ((Fig. 1, n.º 11. Parte I) e finalmente, pela ação da gravidade fluem até o ensacador (Fig. 1, n.º 12. Parte I).

O fluxo de ar do aspirador arrasta de um lado restos de plantas, palhas e sabugos do sistema debulhador e do outro lado as impurezas, que tendem a acompanhar os grãos pelo elevador de palhetas, condutor intermediário e cabeçote, encaminhando tudo à saída lateral de palhas. A ação de limpeza do aspirador na parte final do sistema debulhador é também efetuada pela disposição helicoidal das barras do debulhador, bem como pela existência de pinos anguláveis em continuação a esse sistema.

Foram determinados 5 tratamentos com 6 repetições designados por A,B,C,D e E correspondentes as velocidades periféricas do debulhador e rotações do aspirador e em função destes os valores das perdas em grãos de milho pelo sistema de limpeza e as porcentagens de impurezas contidas no milho ensacado. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso.

O sistema de limpeza encaminha as pilhas e sabugo para a saída lateral da colhedora para serem lançados o solo. Essa saída de palha lateral durante a colheita da parcela era fechada por um saco de sisal, que recebia todo material. Juntamente com o mesmo vinham grãos de milho, arrastados pelo fluxo de ar do aspirador. Todo esse material de cada parcela era recolhido e posteriormente todos os grãos de milho aí existentes eram separados manualmente e pesados, para a obtenção do valor percentual das perdas pelo sistema de limpeza em grãos de milho. Esse valor percentual foi calculado tomando o milho colhido pela colhedora como 100%.

Essas perdas devem ser analisadas em função do sistema de limpeza. Para a colhedora estudada o sistema de limpeza é composto de uma peneira conjugada com um aspirador. Sendo constante a peneira para todos os tratamentos, as perdas podem ser analisadas em função da rotação do aspirador.

As impurezas contidas no milho colhido pela máquina em cada parcela foram retiradas manualmente. Essas impurezas eram posteriormente pesadas, para obtenção dos valores percentuais, tomando como sendo 100% o milho colhido.

Do milho recolhido no sistema ensacador, de todas as parcelas foi retirada uma amostra para determinação do teor de umidade do grão. Essas amostras foram pesadas e colocadas em estufa até peso constante, determinando-se o teor de umidade do grão (tomado na base úmida b. u).

Os resultados obtidos foram estudados através da análise de variância, empregando-se o teste F aos níveis de 1% e 5% de probabilidade. O teste Tukey aos níveis de 1% e 5% de probabilidade foi utilizado para comparação estatística entre as médias dos tratamentos. Os dados obtidos em porcentagem foram transformados em arco seno  $\sqrt{\%}$ . Para o caso da análise das impurezas, em que os valores percentuais eram menores que 1, utilizou-se para a análise arco seno  $\sqrt{0,5 + \%}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão contidos no Quadro 1, e se referem às médias de 6 repetições.

A rotação do aspirador também é um valor diretamente ligado a rotação do motor, mas que também pode ser afetada por fatores não controláveis. Isso levou a proceder a análise de variância mostrada no Quadro 2, com a finalidade de verificar se os valores diferiram entre si, em função dos tratamentos estabelecidos.

Nos testes das médias foram encontradas diferenças altamente significativas para todos os tratamentos, com exceção do contraste A e E. A não significância deste contraste pode ser explicada observando-se a coluna 3 do Quadro 1.

Quadro 1 — Resultados do desempenho dos sistemas de debulhamento e limpeza.

Tra- ta- men- to	Veloc. pe- riférica do debulhador m/s	Rotação do aspira- dor rpm	Perdas de grãos de milho %	Grãos de milho ensacado %	Impurezas %	Valores de U %
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
A	13,59	837,5	2,03	97,97	0,09	5,60
B	15,71	967,5	3,76	96,24	0,17	5,34
C	17,57	1082,5	6,86	93,14	0,09	5,50
D	20,16	1241,7	13,63	86,37	0,05	5,76
E	13,31	820,0	2,00	98,00	0,34	2,46

Quadro 2 — Análise de variância dos dados referentes à rotação do aspirador.

Causas de variação	G L	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F
Blocos	5	684,1667	136,8333	0,5011 N.S.
Tratamento	4	747.328,3333	186.832,0833	684,1578 * *
Resíduo	20	5.461,6667	273,0833	
Total	29	753.474,1667		

$$CV = 1,67\%$$

Para verificar a possível influência da rotação do aspirador nas perdas percentuais na saída de palhas, valeu-se da análise de variância do Quadro 3, apresentada a seguir:

Os testes das médias indicaram diferenças altamente significativas entre o tratamento D e os tratamentos A e E e diferença significativa entre os tratamentos D e B. Observando-se a coluna 4 do Quadro 1 conclui-se que o tratamento D apresentou a maior média.

Confrontando-se os valores das colunas (3) e (4) do Quadro I, pode-se estabelecer uma relação direta entre as duas variáveis conforme mostra a Figura 1 abaixo.

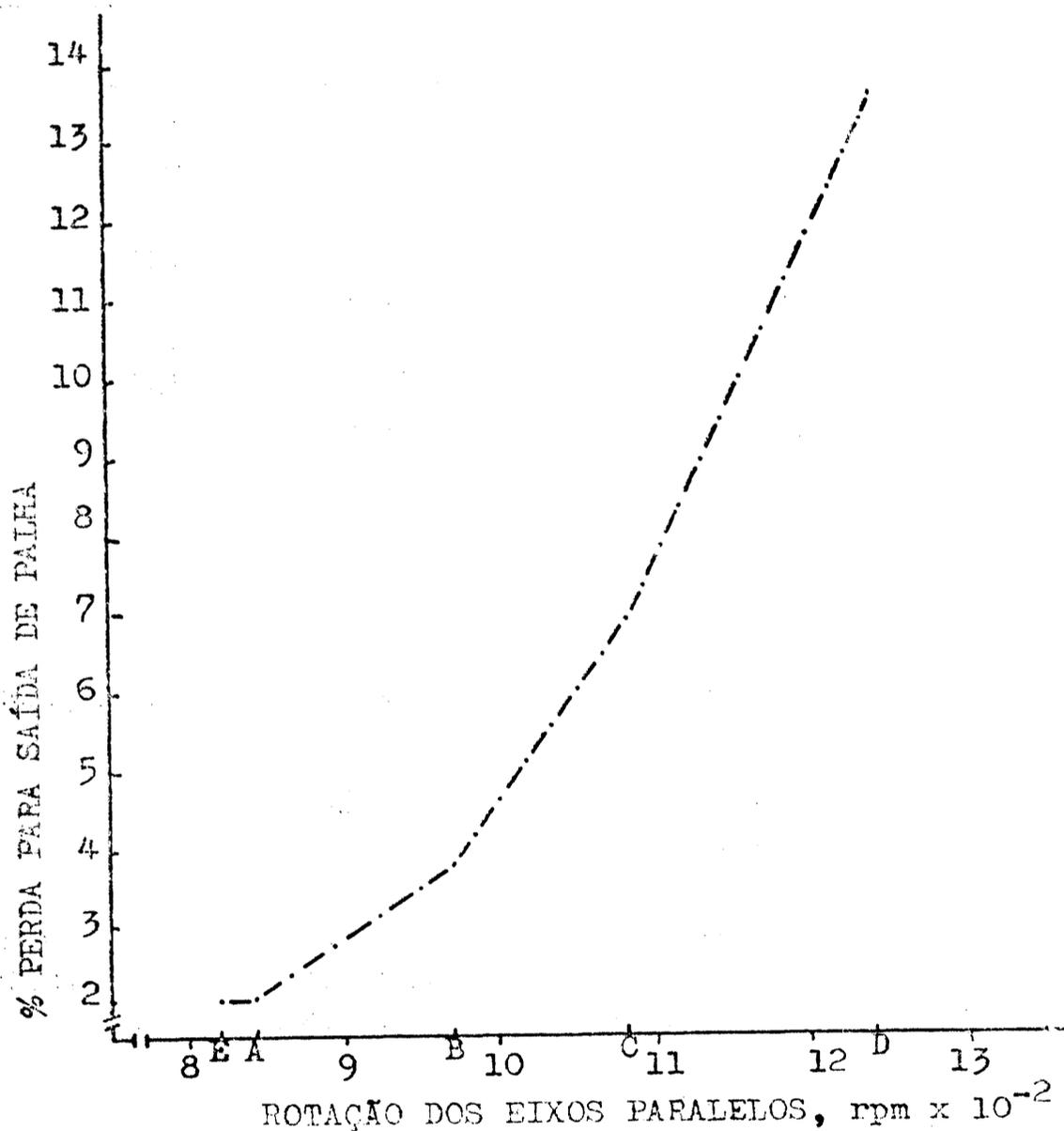


FIGURA 1. Relação entre as rotações dos eixos paralelos e a perda para saída de palha no sistema de debulhamento e limpeza.

Quadro 3 — Análise de variância das perdas percentuais de milho na saída de palha.

Causas de variação	G L	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F
Blocos	5	355,3382	71,0676	2,5366 N.S.
Tratamento	4	614,7080	153,6770	5,4852 * *
Resíduos	20	560,3374	28,0169	
Total	29	1.530,3836		

CV = 43,78%

Com relação a rotação do aspirador e a porcentagem de impurezas, presentes nos grãos de milho ensacados procedeu-se a análise de variância mostrada no Quadro 4.

Quadro 4 — Análise de variância referente aos dados de impurezas presentes no milho ensacado.

Causas de variação	G L	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F
Blocos	5	1,7648	0,3530	0,4830 N.S.
Tratamento	4	12,3961	3,0990	4,2408 *
Resíduos	20	14,6152	0,7308	
Total	29	28,7761		

CV = 43,25%

Nos testes das médias somente houve diferença significativa entre os tratamentos D e E. Observando-se a coluna 6 do Quadro 1, conclui-se que o tratamento E apresentou a maior média.

Confrontando-se as colunas (6) e (7) do Quadro 1, os dados obtidos sugerem, que a porcentagem de impurezas presentes nos grãos de milho, estaria mais na dependência das relações de fluxo do material através da colhedora (provenientes de diferentes valores de U), do que propriamente do regime do aspirador.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos para as condições em que os ensaios foram realizados após a análise e interpretação estatística permitiram as seguintes conclusões:

Considerando-se a perda porcentual de grãos de milho pela saída de palha, houve uma relação direta com a rotação do aspirador. Os valores médios obtidos das 6 repetições para a rotação do aspirador cresceram de 830 rpm a 1 241,7 rpm; enquanto que os valores das perdas em grãos de milho cresceram de 2% a 13,63%.

Com relação a porcentagem de impurezas nos grãos de milho e a rotação do espirador, os resultados obtidos indicaram valores que oscilaram de 0,05% a 0,34%, portanto bastante satisfatórios. Os dados obtidos confrontados com os valores de U, que correspondem a diferentes valores de fluxo de material através da colhedora sugerem que estes estariam mais diretamente relacionados com as porcentagens de impurezas.

## SUMMARY

### "PERFORMANCE OF THE PENHA CLM-350 CORN HARVESTER — PART II — SHELLING AND CLEANING SYSTEMS"

With the aim of quantifying the shelling and cleaning systems performance for the Penha CLM-350 harvester, the percentage of loss of corn kernels, which occurred in the straw outlet was determined, as well as, the percentage of debris, in the packaged corn.

Taking the corn kernels harvested by the snapping rolls as 100%, the percentage of loss from the shelling and cleaning systems were determined, as well as, the percentage of debris in the packaged corn for the various treatments. The average moisture content for the corn was 15,78% (w.b.).

The corresponding treatments for the shelling and cleaning systems are the tangencial velocity of the shelling cylinder, or the angular velocity of the aspirator considering the geometric configuration of the machine.

The analysis of variance with the F tests at 1% e 5% probability level were used to analyse the data, and Tukey's test was used for comparison between means.

The statistical analysis showed that the angular velocity of the aspirator, related to the percentage of loss in the straw outlet, was highly significant, making possible the assumption of a linear relationship between the two parameters for the testing conditions.

The comparison between means showed that the percentage of debris in the packaged corn were significant for the treatments D(1241,7 rpm) and E(820 rpm), the last one with the higher mean. A more accurate analysis of the data suggests that the percentage of debris, would depend more on the material flow through the harvester, than the rotation of the feeding auger.

## LITERATURA CITADA

- BELDIN, R.L. and A.B. Skromme. Shelling attachment for mounted corn picker. **Agricultural Engineering**. St. Joseph, Michigan, U.S.A. 40(2): 87-91, 1959.
- BRASS, R.W and S.J. Marley. Roller sheller: low damage corn shelling cylinder. **Transactions of the A.S.A.E.** St. Joseph, Michigan, U.S.A. 16(1): 64-66 1973.
- BURROLGH, D.E. and R.P. Harbage. Performance of a corn picker-sheller. **Agricultural Engineering**. St. Joseph, Michigan, U.S.A. 34(1): 21-22, 1953.
- BYG, D.M. and G.E. Hall. Corn losses and kernel damage in field shelling of corn. **Transactions of the A.S.A.E.** St. Joseph, Michigan, U.S.A. 11(2): 164-166, 1968.
- GOSS, J.R., R. Bainer and R.G. Curley. Field testes of combines in corn. **Agricultural Engineering**. St. Joseph, Michigan, U.S.A. 30(12): 794-796, 1955.
- PICKARD, G.E. Laboratory studies of corn combining. **Agricultural Engineering**. St. Joseph, Michigan, U.S.A. 36(12): 792-794, 1955.
- WAEPTY, H. and W.F. Buchele. Factors affecting corn kernel damage in combine. **Transactions of the A.S.A.E.** Joseph, Michigan, U.S.A. 12(1): 55-59, 1969.

