

PERDAS NA PLATAFORMA DE CORTE NA COLHEITA DE ARROZ IRRIGADO

Alexandre Russini^{1*}, Rogério Rodrigues de Vargas¹, Willian Schmidt¹, José Fernando Schlosser², Marcelo Silveira Farias³, Daniela Herzog⁴

¹ Campus Itaqui, Universidade Federal do Pampa, Itaqui, Brasil.

² Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

³ Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, Frederico Westphalen, Brasil.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

*E-mail: alexandrerrussini@unipampa.edu.br

Recebido em: 29/12/2020

Aceito em: 24/05/2021

DOI:10.17058/tecnolog.v25i2.16129

RESUMO

A colheita do arroz irrigado apresenta particularidades em relação às demais culturas. Considerada de difícil trilha, tem elevada perdas de grãos, podendo alcançar valores inaceitáveis. Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo quantificar as perdas de grãos na cultura do arroz irrigado em diferentes tipos de plataformas de corte e velocidades de trabalho da colhedora. Foram utilizadas duas colhedoras de grãos com sistema de trilha axial, equipadas com plataformas de corte do tipo helicoidal e draper. As perdas decorrentes da plataforma de corte foram avaliadas em cinco velocidades de trabalho (1,0; 1,5; 2,0; 2,5; e 3,0 km h⁻¹), em delineamento experimental blocos ao acaso, com quatro repetições. A partir dos resultados obtidos, pode-se afirmar que não houve interação entre os dois fatores avaliados. No entanto, ocorreram diferenças nas perdas para a velocidade de 1,0 km h⁻¹, não diferindo entre os tipos de plataforma, o que proporcionou redução nas perdas em função do aumento da velocidade de trabalho, na ordem de 142,29% e 92,40% para as plataformas helicoidal e draper, respectivamente. Portanto, o aumento da velocidade de trabalho reduziu as perdas em ambas as plataformas, porém a capacidade do sistema de trilha das colhedoras deve ser considerada.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L. Mecanização agrícola. Colhedoras de grãos. Velocidade de trabalho.

1 Introdução

A colheita das lavouras de arroz irrigado é a última fase do processo produtivo, sendo na sua totalidade realizada de forma mecanizada, o que pode gerar problemas de danos mecânicos aos grãos e sementes, bem como, ocasionar perdas acima dos limites aceitáveis [1]. Conforme Silva et al. [2] a colheita pode ser realizada por diversos tipos de máquinas, podendo ser de pequeno, médio e grande porte. Ainda, os autores informam que tais máquinas realizam em sequência as operações de corte, recolhimento, trilha, separação e limpeza dos grãos, em uma única operação.

Devido ao elevado capital investido, a colheita mecanizada do arroz irrigado corresponde, em média, entre 10 e 11% do custo total de produção, e pode variar em função do manejo adotado, região e nível tecnológico empregado na propriedade [3]. O alto custo operacional e estreitas janelas de colheita, muitas vezes alteradas pelas condições meteorológicas, fazem com que as colhedoras sejam submetidas às condições inadequadas de colheita.

De acordo com Franco et al. [4] é dada pouca importância às perdas ocorridas durante a colheita, principalmente quando a lavoura apresenta produção elevada. Além disso, a velocidade de avanço da máquina deve ser mais lenta para culturas mais

espessas, com presença de plantas daninhas, tornando as condições de trilha e limpeza do material mais difíceis. Corroborando, Chioderoli et al. [5] destacam que a regulação da colhedora deve ser adequada conforme a cultura, material genético, teor de água do grão, velocidade e finalidade dos grãos.

O teor de umidade dos grãos mais adequado para a realização da colheita da cultura do arroz irrigado está entre 18 e 23% sendo que, ao serem colhidos com umidade elevada haverá perdas por falta de formação completa dos grãos, além do maior custo com secagem [4]. Ainda, quando a colheita é realizada tardiamente pode ocorrer quebra dos grãos, reduzindo o rendimento de engenho.

As perdas relacionadas às colhedoras são decorrentes da plataforma de corte, sistema de trilha, separação e limpeza. Ademais, na plataforma de corte pode ocorrer a maior parte das perdas, respondendo por até 85% do total de perdas [4]. Na cultura da soja, por exemplo, Pinheiro Neto & Gamero [7] relatam que o mecanismo de corte e alimentação foi responsável por até 88,6% das perdas totais. No entanto, na cultura do arroz irrigado as plantas são cortadas acima da superfície do solo, sendo a plataforma indicada a do tipo rígida [6], ou seja, sem flexibilidade da barra de corte, o que difere da plataforma do tipo flexível, comumente utilizada na cultura da soja.

Com relação ao condutor transversal que equipa as plataformas de corte das colhedoras, Samogim et al. [8] descrevem que estão disponíveis no mercado dois tipos de plataforma de corte, um com sistema helicoidal e outro com sistema de esteira transportadora. As plataformas helicoidais possuem como mecanismo responsável pelo transporte do material até o condutor longitudinal, que alimenta o sistema de trilha, um condutor helicoidal, chamado popularmente de “caracol”. Segundo Bronson & Mcdowell, [9] as plataformas de esteiras (draper) possuem uma correia transportadora em substituição ao condutor helicoidal, dispostas em cada lado da plataforma e conduzem o material colhido até o centro.

Ambas as plataformas possuem o molinete, cuja finalidade é direcionar as plantas até a barra de corte, para então serem cortadas ou segadas [10]. Em condições normais de operação, Moraes et al. [11] e Silva [12] descrevem que a velocidade tangencial do molinete deve ser de 25 a 50% superior a velocidade de trabalho da máquina, definindo-se o Índice de Velocidade do Molinete – IVM. Ressalta-se que, IVM menor que 1,25 corre-se o risco de tombamento da cultura à frente da barra de corte; i.e., IVM superior 1,50 pode ocorrer perdas por degrane e arremesso de plantas [11;12]. Ainda, no caso do arroz irrigado, a

velocidade tangencial do molinete recomendada fica entre 18 e 25%, dependendo da variedade cultivada, teor de umidade dos grãos e densidade de plantas.

A plataforma draper é semelhante a plataforma convencional (helicoidal), salvo por ter uma correia transportadora [12], sendo muito utilizada na colheita do arroz irrigado. Em trabalho realizado por Gobbi et al. [13], na cultura da soja, os autores observaram que, em relação a plataforma helicoidal, a plataforma draper apresentou melhor desempenho e redução de perdas.

Em função das particularidades da cultura do arroz irrigado, o tipo de plataforma utilizado pode apresentar comportamento diferente, no que se refere às perdas decorrentes do sistema de corte e alimentação em função da variação da velocidade de deslocamento.

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo quantificar as perdas de grãos na cultura do arroz irrigado em diferentes tipos de plataformas de corte e velocidades de trabalho da colhedora.

2 Metodologia

2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial de arroz irrigado, no município de Itaquí, localizado na Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul. O solo é classificado como Plintossolo Háplico distrófico [14]. De acordo com Pinto et al. [15], sendo considerados solos geralmente profundos, imperfeitamente ou moderadamente drenados e formados sob condições de restrição à percolação da água. A lavoura foi conduzida no sistema convencional de preparo de solo, e a cultivar implantada foi IRGA 409, na densidade de 90 kg ha⁻¹, com espaçamento de 0,17 metros, entre linhas.

2.2 Colhedoras utilizadas na pesquisa

Foram utilizadas duas colhedoras equipadas com sistema de trilha axial, sendo uma da marca John Deere, modelo STS 9670 e outra da marca New Holland, modelo CS 660, equipadas com plataforma draper e helicoidal, respectivamente. A largura da plataforma foi padronizada em 8,50 metros (29 pés), visando à uniformidade de entrada de massa da cultura, em função da alteração na velocidade de trabalho das colhedoras.

Quanto à velocidade tangencial do molinete para ambas as plataformas, foi determinado o IVM, que considera a velocidade

de trabalho da colhedora, conforme equação 1, proposta por Bragachini & Bonetto [16], e descrita por Silva [12].

$$IVM = \frac{Vm}{V} = \frac{nrm \times 0,10467 \times Rm}{V} \quad (1)$$

Onde:

IVM - Índice de Velocidade do Molinete;

Vm - Velocidade tangencial do molinete ($m s^{-1}$);

V - Velocidade de trabalho da colhedora ($m s^{-1}$);

nrm - Velocidade angular do molinete (rpm);

Rm - Raio do molinete (m).

2.3 Determinação das perdas de colheita

Para a determinação das perdas decorrentes da plataforma de corte foi adaptada a metodologia proposta por Weimar et al. [17], que utiliza recipientes recolhedores dispostos entre as linhas da cultura. Para isso, foram construídas quatro bandejas metálicas de dimensões 1.000x170x100 mm (Figura 1), sendo dispostas nas entrelinhas da cultura e posicionadas de forma equidistante no centro e nas extremidades da plataforma. Após a passagem da plataforma, a colhedora retornava em marcha ré, com a plataforma levantada e desligada, procedendo-se a coleta das amostras.



Figura 1 – Bandejas metálicas de recolhimento utilizadas na determinação das perdas de plataforma.

A colheita foi realizada com umidade dos grãos de 21%, sendo as amostras processadas em laboratório, e corrigida a umidade para 13%, para posterior pesagem da massa de grãos perdidos em balança de precisão. Para a determinação das perdas da plataforma de corte foi utilizada a equação 2.

$$PPC = \frac{PGB \times 10.000}{AT} \quad (2)$$

Onde:

PPC - Perdas na Plataforma de Corte ($kg ha^{-1}$);

PGB - Peso de grãos nas bandejas (kg);

AT - Área total das bandejas ($0,85 m^2$).

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em arranjo bifatorial, constituído por cinco velocidades de trabalho ($V_1 - 1,0 km h^{-1}$; $V_2 - 1,5 km h^{-1}$; $V_3 - 2,0 km h^{-1}$; $V_4 - 2,5 km h^{-1}$; e $V_5 - 3,0 km h^{-1}$) e por dois tipos de plataforma de corte (draper e helicoidal), com quatro repetições.

Para a estatística, os dados foram analisados quanto à sua normalidade e homocedasticidade. Após a coleta, as variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA). Em caso de significância, as médias foram analisadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), no *software* Sisvar, versão 5.3, Ferreira [18].

3 Resultados e discussões

A partir da ANOVA, os resultados de perdas obtidos permitiram inferir que não houve diferença para os dois tipos de plataforma avaliados. Contudo, houve diferença nas perdas de colheita para as diferentes velocidades de trabalho (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da ANOVA para perdas de arroz irrigado na plataforma de corte da colhedora, em função do tipo de plataforma e da velocidade de trabalho.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios
		Perdas na plataforma de corte ($kg ha^{-1}$)
Plataforma	1	176,40 ^{ns}
Velocidade	4	22288,86 [*]
Plataforma x Velocidade	4	1012,04 ^{ns}
Bloco	3	149,71 ^{ns}
Erro	27	1182,27
Total	39	
CV (%)		22,31

* Significativo a 1% de probabilidade de erro, pelo teste F; e ^{ns} Não significativo.

Diferentemente dos resultados obtidos neste experimento, Campos et al. [19] não encontraram dados significativos para as perdas na plataforma de corte na colheita de soja, sob diferentes velocidades operacionais, onde obtiveram

coeficiente de variação de 49,36%, superior ao observado neste estudo. Como não houve interação entre os tipos de plataforma de corte e velocidades de trabalho das colhedoras (Tabela 2), pode-se afirmar que as plataformas não diferem em função da velocidade de trabalho. Corroborando, Samogin et al [8] destacam que as perdas provocadas pela plataforma de corte (draper e helicoidal) na cultura da soja não apresentaram diferença significativa para nenhuma das velocidades de deslocamento avaliadas.

Tabela 2. Dados médios de perdas de arroz irrigado na plataforma de corte da colhedora, em função do tipo de plataforma e da velocidade de trabalho.

Velocidade de trabalho (km h ⁻¹)	Perdas na plataforma de corte (kg ha ⁻¹)	
	Helicoidal	Draper
1,0	255,62 ^{aA*}	235,12 ^{aA}
1,5	140,87 ^{bA}	167,37 ^{abA}
2,0	135,00 ^{bA}	123,25 ^{bA}
2,5	123,25 ^{bA}	137,00 ^{bA}
3,0	105,50 ^{bA}	122,20 ^{bA}

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável velocidade de trabalho, observou-se que houve diferença na velocidade de 1,0 km h⁻¹ para ambas as plataformas avaliadas. A colhedora equipada com plataforma helicoidal teve a maior média de perdas (255,62 kg ha⁻¹), referente a menor velocidade de trabalho, não diferindo assim, da plataforma draper. Com base neste resultado, as menores velocidades ocasionam as maiores perdas de grãos, não justificando sua utilização.

Já, para as maiores velocidades de trabalho, observou-se redução das perdas sendo que os dados médios obtidos para a velocidade de 3,0 km h⁻¹ apresentaram os melhores resultados, com perdas de 105,50 kg ha⁻¹ e 122,20 kg ha⁻¹ para as plataformas helicoidal e draper, respectivamente. Isso representa redução significativa nas perdas de grãos de 142,29% para a plataforma helicoidal, e 92,40% para a plataforma draper.

Conforme Russini et al. [1], o aumento da velocidade de trabalho permite ao agricultor aumentar a capacidade operacional (ha h⁻¹), ou seja, aumenta a área colhida dentro de um mesmo intervalo de tempo, o que é desejável, porém deve-se levar em consideração as perdas decorrentes do sistema de trilha, sendo diferentes dentre as marcas e modelos de colhedoras disponíveis no mercado. Morello [19] menciona que as perdas na plataforma de corte são maiores quando a máquina trabalha com velocidade

reduzida, pois desta forma a alimentação da plataforma fica comprometida.

Nas plataformas, no momento do corte a ação natural da gravidade faz com que a planta caia antes de ser recolhida pelo molinete, ocasionando o chamado “duplo corte”, principalmente na região da planta onde estão inseridas as panículas. À medida que a velocidade de trabalho da máquina aumenta, o “duplo corte” é minimizado, devido ao aumento do fluxo de massa de entrada da cultura. Na colheita do arroz irrigado, uma alternativa para atenuar o problema das perdas ocasionadas pelas baixas velocidades de trabalho é o aumento da velocidade angular do molinete. Porém, ressalta-se o cuidado do excesso de rotação, superior ao IVM, pois neste caso acarreta o aumento do degrane provocado pelo impacto direto das partes constituintes do molinete com as panículas de arroz.

Ao considerar o tipo de plataforma de corte, para as diferentes velocidades de trabalho, a perda média de grãos foi de 152,05 kg ha⁻¹ e 156,99 kg ha⁻¹ para as plataformas helicoidal e draper, respectivamente. Esse resultado foi superior ao obtido por Reis et al. [21], que obtiveram perda média de 93,59 kg ha⁻¹ em arroz cultivado em terras altas. Conforme Fonseca & Silva [22] as perdas aceitáveis para a plataforma de corte não devem superar 90 kg ha⁻¹, porém o trabalho desses autores foi realizado em arroz de sequeiro, com espaçamento superior ao utilizado em arroz irrigado. Ademais, o arroz irrigado apresenta maior volume de massa verde sobrecarregando o sistema de corte e alimentação da plataforma, justificando a maior perda de grãos.

4 Conclusões

As perdas de grãos não diferiram entre os dois tipos de plataforma de corte avaliados, porém houve variação das perdas para a menor velocidade de trabalho.

O aumento da velocidade de trabalho reduziu as perdas em ambas as plataformas, porém a capacidade do sistema de trilha das colhedoras deve ser considerada.

LOSSES IN THE CUTTING PLATFORM HEADER DURING IRRIGATED RICE HARVEST

ABSTRACT: The harvest of irrigated rice has particularities when compared to other crops. Considered difficult to threshing, it has high grain losses and can reach unacceptable levels. This work aimed to quantify grain losses in the harvest of irrigated rice

with different types of cutting platform headers and working speeds of the combine harvesters. Two combine harvesters with axial threshing system were used, equipped with helical and draper cutting platforms headers. The losses resulting from the cutting platform header were evaluated at five working speeds (1.0; 1.5; 2.0; 2.5; and 3.0 km h⁻¹), in a randomized block design with four repetitions. From the results obtained, it can be said that there was no interaction between the two factors evaluated. However, there were differences in losses for the speed of 1.0 km h⁻¹, not differing between the types of cutting platform headers, providing a reduction in losses due to the increase in working speed, in order of 142.29% and 92.40% for the helical and draper platforms, respectively. Therefore, the increase in working speed reduced losses on both platforms, however the capacity of the harvesters' threshing system must be considered.

Keywords: *Oryza sativa* L. Agricultural mechanization. Combine harvesters. Displacement speed.

Referências

- [1] RUSSINI, A.; MISSIO, E.; FRANTZ, U. G. Velocidade certa. Revista Cultivar Máquinas, n.144, p.14-17, 2014.
- [2] SILVA, J. G. et al. Cuidados minimizam perdas na colheita. A Lavoura, n.695, p.14-19, 2013.
- [3] INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. Custo de produção média ponderado arroz irrigado Rio Grande do Sul safra 2018/19: Revisão. (IRGA) Disponível em: <<https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201905/24135707-custo-revisado-safra-2018-19.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- [4] FRANCO, D. F. ALONÇO, A. S. JUNIOR, A.M. M. Cultivo de arroz irrigado orgânico no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. cap. 10. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46576/1/sistema-17.pdf> > Acesso em 12 nov 2020.
- [5] CHIODEROLI, C. A. et al. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. Bragantia, Vol. 71, n. 1, p. 112-121, 2012.
- [6] EMBRAPA. Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 136p. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/doc_218_000g0z6ick02wx5ok026zxp0lrxr0k.pdf >. Acesso em 20 dez 2020.
- [7] PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C. A. Avaliação das Perdas Quantitativas de Grãos na Colheita de Soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 25. Anais... p. 13-16 Paraná. 2001.
- [8] SAMOGIM, E.M. Desempenho de dois tipos de plataforma de colhedora de soja. Scientific Electronics Archives, v.13, n.2, p.1-5, 2020.
- [9] BRONSON, E. C.; MCDOWELL T. A. Agricultural Harvester with Accelerated Draper Belt Unload. Estados Unidos da América, Patente 20100223896. 09 set 2009.
- [10] BALASTREIRE, L. A. Máquinas Agrícolas. São Paulo: Manole, 1987. 307p.
- [11] MORAES, M. L. B. de; REIS, A. V. dos; MACHADO, A. L. T. Máquinas para colheita e processamento de grãos. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2ª ed., 2005. p. 39-96.
- [12] SILVA, R. P. Apostila de Máquinas Agrícolas e Mecanização Agrícola. Jaboticabal, 2015. Disponível em: <<http://lamma.com.br/private/docs/e6766a63f2a8588b963b20cc83e2f380.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2020.
- [13] GOBBI, F. T.; ZANDONADI, R. S.; PINTO F. A. C. Desempenho de colhedoras de grãos utilizando plataforma de corte com condutor helicoidal e esteira transportadora. In: XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 43., 2014, Campo Grande. Anais... Campo Grande: CONBEA.
- [14] SANTOS, H. G. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- [15] PINTO, L. F. S.; NETO, J. A. L.; PAULETTO, E. A. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; JUNIOR, A. M. M. (Editores Técnicos). Arroz Irrigado no Sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap. 3, p.75-95.
- [16] BRAGACHINI, M.; BONETTO, L. A. Cosecha de trigo: Equipamiento, regulación y puestas a punto de la cosechadora - Evaluación de pérdidas. Manfredi: INTA-EEA Manfredi, 1990. 60p. (Cuaderno de actualización técnica, n. 6).
- [17] WEIMAR, L.C.N.; et al. Determinação de perdas na colheita mecanizada de arroz irrigado - variedade irga 422. In: XVIII Congresso de iniciação científica (CIC). Pelotas, 2009.
- [18] FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. Ciência e Agrotecnologia, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- [19] CAMPOS, M. A. et al. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. Engenharia Agrícola, v.25, n.1, p.207-213, 2005.
- [20] MORELLO, M. Ajuste no molinete evita perdas no campo. 2009. Disponível em: <http://www.massey.com.br/por_tugues/campo/campo_as_sunto.asp?idedicao=47&idassunto=252>. Acesso em: 21 set. 2020.
- [21] REIS et al. Perdas de grãos na colheita de arroz de terras altas em função das velocidades de deslocamento e molinete. Comunicata Scientiae, Vol. 4, n. 1, p. 12-19, 2013.
- [22] FONSECA, J.R. & SILVA, J.G. Perdas de grãos na colheita do arroz. 2.ed. EMBRAPA, Goiânia, Brasil. 26 p. (Circular técnica, 24), 1997.