

Perdas de grãos na colheita mecanizada do arroz de terras altas em função das velocidades de deslocamento e do molinete

Elton Fialho Reis^{1*}, Greice Resende Borges¹, Jose Geraldo da Silva², Jaison Pereira de Oliveira²

¹Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil

²Embrapa Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: fialhoreis@ueg.br

Resumo

A colheita mecanizada tem experimentado grande evolução tecnológica, em busca de minimizar as perdas que podem ser parcialmente evitadas, tomando-se alguns cuidados de regulagem. O objetivo deste trabalho foi determinar as perdas de grãos no momento da colheita em função das velocidades de deslocamento e do molinete. Foi instalado um experimento em Abadiânia, Goiás, seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com três repetições. Os tratamentos consistiram de quatro velocidades de operação ($Vo_1 = 2,6 \text{ km h}^{-1}$, $Vo_2 = 3,3 \text{ km h}^{-1}$, $Vo_3 = 5,0 \text{ km h}^{-1}$ e $Vo_4 = 6,4 \text{ km h}^{-1}$) e quatro velocidades do molinete, relativamente à velocidade da máquina (9%, 16%, 23% e 29% superior à velocidade da máquina). Foram determinadas as perdas da plataforma de corte, mecanismos internos e o total da colheita. Os grãos foram colhidos com umidade de 18% b.u. Os dados foram submetidos à análise de variância e explorados utilizando-se a análise de correspondência (AC). Os resultados permitiram concluir: i) as perdas analisadas estiveram próximas do limite aceitável; ii) a interação entre as velocidades de operação e do molinete interfere nas perdas provocadas pela plataforma de corte; e iii) a análise de correspondência possibilita uma análise da relação entre as velocidades de operação e do molinete da colhedora sobre as perdas de grãos na colheita.

Palavras-chave: *Oriza sativa* L., mecanização agrícola, análise de correspondência

Grain losses in the mechanized harvest of upland rice as a function of speed displacement and reel

Abstract

The mechanical harvesting has been experimenting great technological evolution, in search of minimizing the losses that they can be avoided partially, being taken some tuning attentions. The objective of this work was to determine the losses of grain in the moment of the harvest in function of velocities, the reel of the harvester. An experiment was performed in the Abadiânia - Goiás, following a completely randomized design, factorial scheme 4x4, four-speed operation $Vo_1 = 2.6 \text{ km h}^{-1}$, $Vo_2 = 3.3 \text{ km h}^{-1}$, $Vo_3 = 5.0 \text{ km h}^{-1}$ and $Vo_4 = 6.4 \text{ km h}^{-1}$ and four speeds of the reel, 9%, 16%, 23% and 29% higher than the speed of the machine, with three replications. Were determined to cut losses of the platform, internal mechanisms and total harvest. Seeds were harvested with moisture of 18% w.b. The results were submitted to analysis of variance at 5% probability and operated using the correspondence analysis (CA). The results concluded: i) the analyzed losses are close of the acceptable limit, ii) the interaction between the operation speed and of the reel interferes on the losses provoked by the court platform, and iii) the analysis for correspondence allowed to analyze the relation between the operation speed and of the reel of the harvesters, in the determination of the losses of grains.

Key-words: *Oriza sativa* L., mechanical harvesting, analysis of correspondence

Recebido: 20 Maio 2012
Aceito: 03 Outubro 2012

Introdução

A colheita é considerada uma das etapas mais importantes do processo de produção, mas mal conduzida, pode ocasionar perdas de grãos, comprometendo os esforços e os investimentos dedicados à cultura (Fonseca & Silva, 2003). A produção de arroz brasileira em 2009 é estimada de 12,9 milhões de toneladas (Conab, 2009). Jardine (2002) considera que a produtividade média do arroz têm sido em torno de 112 sacos ha^{-1} no Estado do Rio Grande do Sul, deste total, 10% é perdido no ato da colheita. Silva & Fonseca (2006), avaliaram as perdas de grãos na colheita mecanizada do arroz de terras altas nos municípios goianos de Jataí e Mineiros, e constataram perda média de grãos de 13% da produtividade (238 kg ha^{-1}), sendo que a plataforma de corte foi responsável por 73,2% das perdas, os mecanismos internos por 22,8% e as perdas antes da colheita por 4,0%.

Os fabricantes recomendam que a velocidade do molinete seja cerca de 20% superior à velocidade de operação da colhedora. Se o molinete estiver muito rápido, ele bate na planta de maneira agressiva causando a debulha e a consequente perda de grãos na plataforma. Se a velocidade for muito lenta, ou seja, menor que a velocidade de operação da máquina, a colhedora atropela a planta, gerando acúmulo de material em frente ao caracol e consequentes problemas de alimentação da colhedora (Morello, 2009). Quando a máquina está operando com velocidade excessiva e incompatível com a rotação do molinete ela provoca a degrana prematura dos grãos ou falhas de recolhimento, aumentando consequentemente as perdas (Silva, 2004).

Ferreira et al. (2007), analisando as perdas quantitativas na colheita de soja, em função da velocidade de operação e regulagem do sistema de trilhamento, observaram que não ocorreram diferenças significativas para as perdas ocorridas pela plataforma de corte, em função da velocidade da colhedora, embora tenha obtido menor perda na velocidade de 6 km h^{-1} . Resultados semelhantes foram obtidos por Campos et al. (2005), analisando as perdas na colheita mecanizada da soja, onde a velocidade

de operação avaliada, não influenciou significativamente nas perdas de grãos. Estudos realizados por Mesquita et al. (2001), afirmam haver tendência de menores perdas quando as colhedoras operam em velocidades menores que 7 km h^{-1} . A falta de relação direta ocorrida entre a velocidade de operação e as perdas na colheita pode ser explicada pelo alto valor do coeficiente de variação, encontrado na determinação de perdas em condições de campo (Campos et al., 2005). A necessidade de se estudar simultaneamente as relações existentes entre um grande conjunto de variáveis fez com que fossem desenvolvidas as técnicas estatísticas de análise multivariada. A concepção geral é semelhante à análise de componentes principais e à análise fatorial, diferenciando-se destas, entre outros aspectos, por permitir a inclusão de variáveis categóricas. Embora seja evidente sua utilidade nos estudos transversais em epidemiologia, especialmente na exploração inicial de dados discretos e/ou contínuos, a análise de correspondência é pouco usual na literatura do setor (Carvalho & Struchiner 1992).

Segundo Hair et al. (1998), a análise por correspondência (AC) é uma técnica de análise exploratória de dados, adequada para analisar tabelas de dupla entrada ou tabelas de múltiplas entradas, levando em conta algumas medidas de correspondência entre linhas e colunas. A AC, basicamente, converte uma matriz de dados não negativos em um tipo particular de representação gráfica em que as linhas e colunas da matriz são simultaneamente representadas em dimensão reduzida, isto é, por pontos no gráfico. Este método permite estudar as relações e semelhanças existentes entre as categorias de linhas e de colunas de uma tabela de contingência, e o conjunto de categorias de linhas e de colunas. A sua natureza multivariada permite revelar relações que não seriam detectadas em comparações aos pares das variáveis. Com a AC é possível transformar qualquer característica quantitativa em qualitativa, realizando-se uma partição de seu domínio de variação em classes.

Existe um crescente avanço na tecnologia das colhedoras, a fim de minimizar a

ocorrência de perdas. Essas máquinas são mais eficientes nos seus mecanismos de recolhimento e processamento das plantas, devido mudanças que ocorreram na arquitetura das plantas de arroz, que apresentam porte mais ereto. Desta forma este trabalho teve por objetivo avaliar as perdas de grãos em diferentes velocidades de operação e do molinete, utilizando como ferramenta para explorar os dados a análise de variância e por correspondência.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na fazenda Dona Rita, localizada no município de Abadiânia, GO, com altitude de 1030 m, longitude 48°18'23"W e latitude 16°19'44"S, durante a colheita do arroz da safra 2007/2008. A área, de aproximadamente 20 ha, estava semeada com a cultivar BRSMG *Curinga*, no espaçamento de 0,45 m, entre fileiras. As perdas de grãos colhidas em campo foram processadas no Laboratório de Propriedades Físicas de Produtos Vegetais, da Unidade Universitária de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual de Goiás (UEG).

A colheita foi realizada com uma colhedora SLC Master 7700 turbo, ano 1997. A rotação do cilindro trilhador no momento dos ensaios foi de 600 rpm. As velocidades de operação da colhedora foram determinadas no campo, cronometrando-se o tempo gasto para a máquina percorrer 50 m. Os resultados foram transformados em km h^{-1} . A velocidade do molinete utilizada nos ensaios foi determinada, usando uma marcação no molinete para fazer contagem das voltas no tempo de um minuto, as rotações foram verificadas para cada velocidade utilizada no ensaio. As velocidades médias obtidas no molinete foram superiores às velocidades de operação da colhedora em 9%, 16%, 23% e 29%.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4x4), com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro velocidades de operação da colhedora ($Vo_1 = 2,6 \text{ km h}^{-1}$, $Vo_2 = 3,3 \text{ km h}^{-1}$, $Vo_3 = 5,0 \text{ km h}^{-1}$ e $Vo_4 = 6,4 \text{ km h}^{-1}$) e quatro velocidades de avanço do molinete em relação à velocidade de operação ($Vm_1 = 9\%$, $Vm_2 = 16\%$, $Vm_3 = 23\%$ e $Vm_4 = 29\%$). Cada unidade experimental tinha

um comprimento de 50m.

A colheita foi realizada quando os grãos apresentavam 18% b.u. Os valores de perdas apresentados neste trabalho são referente às perdas de grãos com o teor de umidade corrigida para 13% b.u. As perdas foram determinadas durante a colheita do arroz, conforme metodologia descrita por Fonseca & Silva (1997), antes do início da colheita e após a passagem da colhedora, as quais representaram as perdas naturais e as ocorridas no processo de colheita, respectivamente. Para a determinação das perdas na colheita mecanizada foi utilizado uma armação de madeira e barbante, com comprimento igual à plataforma de corte (4,76m) e 21 cm de largura, totalizando, aproximadamente, 1 m^2 de área.

As perdas foram determinadas por meio da coleta manual de todos os grãos soltos caídos no solo, cachos e grãos presos as panículas, que se encontravam dentro da armação. Foram determinadas as perdas totais, coletando-se manualmente os grãos que se encontravam dentro da armação posicionada após a passagem da colhedora e as perdas na plataforma de corte foram determinadas parando-se a colhedora e desligando os mecanismos da unidade de corte e alimentação; em seguida, levantava-se a plataforma e recuava a máquina por uma distância equivalente ao comprimento total da plataforma de corte da colhedora. Posteriormente, posicionava-se a armação de 1 m^2 , fazia a coleta de todos os grãos. Já as perdas provocadas pelos mecanismos internos da máquina, foram quantificados subtraindo-se da perda total, as perdas naturais, conforme a seguinte equação: $P_{mi} = P_t - (P_{pc} + P_n)$.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativas escolhidos modelos utilizando o teste t a 5% de probabilidade, mas como houve um coeficiente de variação alto as regressões não apresentaram correlação. Assim, foi utilizado a Análise de Correspondência Simples (AC) para verificar o grau e a direção da relação entre as variáveis (velocidade de operação e velocidade do molinete) determinando assim a melhor combinação para se trabalhar em campo com a colhedora.

A análise de correspondência mostra como as variáveis dispostas em linhas e colunas estão relacionadas e não somente se a relação existe (Hair et al., 1998). Embora seja considerada uma técnica descritiva e exploratória, a AC simplifica dados complexos e produz neste caso análises para escolha da melhor combinação entre velocidade de trabalho e velocidade do moinete que apresenta menores perdas.

As análises dos dados foram realizadas utilizando os programas SAS (Statistical Analysis System), por meio de seu procedimento proc. Corresp (SAS Institute, 2002).

Resultados e Discussão

A perda média de grãos de arroz no experimento foi de 93,59 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Esse resultado foi menor que os obtidos por Fonseca

& Silva (1997), que encontraram perda média na colheita de arroz de 238 kg ha⁻¹. Os valores de perdas obtidos estão próximos da faixa de perda aceitável para a operação de colheita mecanizada do arroz, que segundo os mesmos autores deve ser menor que 90 kg ha⁻¹. Uma das contribuições para que ocorresse essa perda, próximo ao aceitável, foi a operação no momento adequado, quando os grãos possuíam teor de umidade médio de 18% b.u. Segundo Castro et al., 1999 e Silva & Fonseca 2006, a colheita de arroz deve ser realizada quando os grãos possuírem teor de umidade entre 18% e 22% b.u. Outro ponto de contribuição foi que a cultivar BRSMG Curinga, usada no trabalho, possuía porte ereto, ausência de acamamento e baixa competitividade com plantas daninhas.

Tabela 1. Análise de variância das perdas de grãos, determinadas pelo método da pesagem, provocadas pela plataforma de corte (Ppc), mecanismos internos (Pmi) e totais (Pt), em função das velocidades de operação (Vo) e do moinete (Vm) da máquina.

Fontes de variação	G.L	-----Quadrado Médio-----		
		Perdas de grãos na lavoura		
		Ppc	Pmi	Pt
Vo	3	224,93	2146,70**	1728,2**
Vm	3	104,17	117,4	192,2
Vo x Vm	9	549,89**	699,3	1249,44**
Error	32	82,52	319,9	269,6
Perda média total (kg ha ⁻¹)	47	26,01	54,33	93,59
Coefficiente de variação	-	41,94	41,00	24,95

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste f.

Observa-se na Tabela 1, que não houve diferença significativa para as perdas na plataforma de corte em função das diferentes velocidades de operação e do moinete da colhedora. Por outro lado, a interação entre velocidades de operação e do moinete foi altamente significativa ($P < 0,01$). Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira et al. (2007), que não encontraram diferenças significativas para as perdas de soja na plataforma de corte em função da velocidade da colhedora e obtiveram coeficiente de variação igual à 33,9%. Estudos realizados por Campos et al. (2005) em determinação de perdas de grãos de soja em função da velocidade de operação da colhedora, não encontraram diferenças significativas para as perdas em função da velocidade e obtiveram coeficiente de variação igual a 49,36%.

Na análise de correspondência (Figura 1), quanto mais próximas estiverem duas variáveis, maior influência uma tem sobre a outra e quanto mais distante menor é a influência. No caso do estudo em questão, ressalta-se que duas variáveis específicas (velocidades de operação e do moinete) próximas implicam em maior perda de grãos e quanto mais distantes duas variáveis específicas menores foram às perdas de grãos. Nesse sentido, observa-se que os pontos mais próximos no plano bidimensional são representados por Vo₃ com Vm₁, que comprovam uma maior interferência na ocorrência de perdas com a máquina trabalhando nestas condições, neste ponto a perda foi de 52,15 kg ha⁻¹, sendo esta a maior perda ocorrida na plataforma de corte, conforme mostrado também na Tabela 2.

Tabela 2. Médias de perdas ocorridas na plataforma de corte em função das diferentes velocidades de deslocamento da colhedora (Vo) e rotação do molinete (Vm).

Velocidade	Rotação			
	Vm1	Vm2	Vm3	Vm4
Vo1	27,11Ba	28,97Aa	18,32Aa	14,75Ca
Vo2	11,40Bb	8,93Bb	37,23Aa	42,58Aa
Vo3	52,15Aa	20,67ABb	21,39Ab	34,80ABab
Vo4	20,01Ba	28,69Aa	27,62Aa	21,46BCa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se ainda na Figura 1 o distanciamento de Vo₂ com Vm₁ e Vm₂ que representam menores quantidades de perdas, ou seja, com a velocidade do molinete superior 9% e 16% da velocidade de operação da colhedora, respectivamente. A menor quantidade de perdas foi obtida nas velocidades Vo₂ combinada com Vm₁ e Vm₂,

representando perda de grãos igual à (11,4 e 8,93 kg ha⁻¹, respectivamente), conforme Tabela 3. Isso possivelmente ocorreu devido às velocidades de deslocamento da máquina e do molinete estarem reguladas de forma compatível, ou seja, Vm₂ superior à Vo₂ em 16%, proporcionando assim redução considerável nas perdas (Fonseca & Silva, 1997; Silva, 2004).

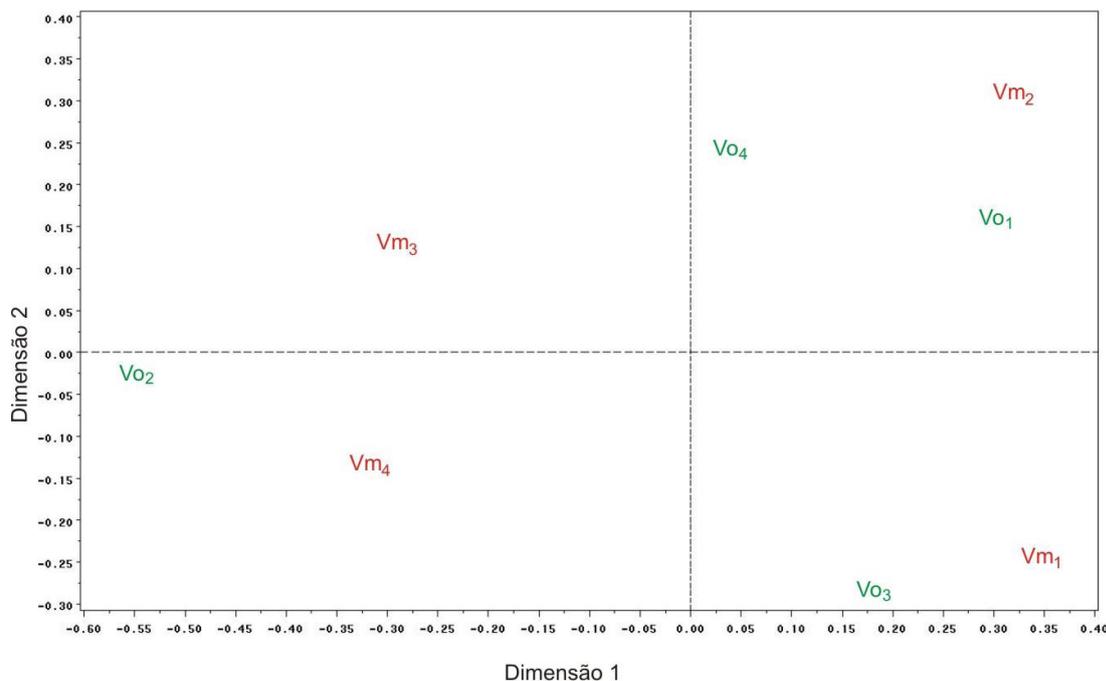


Figura 1. Representação das velocidades de operação (Vo) e do molinete (Vm) utilizadas no ensaio, no plano bidimensional das perdas ocorridas na plataforma de corte.

As perdas nos mecanismos internos da colhedora foram influenciadas significativamente ($P < 0,01$) pelas velocidades de operação da colhedora (Tabela 1). As perdas variaram de 27,84 a 91,86 kg ha⁻¹. A menor perda média foi verificada em Vo₃ e maior em Vo₂ (Figura 2). Embora a velocidade de operação tenha sido uma variável significativa sobre as perdas de grãos, os resultados não apresentaram um padrão de correlação aceitável, indicando que as velocidades de operação experimentadas

de até 6,4 km h⁻¹ não foram às causas principais dessas perdas. Ressalta-se que todas as velocidades ensaiadas estavam dentro da faixa de velocidade recomendada pelos fabricantes. Mesquita et al. (2001) e Cunha & Zandbergen (2007) verificaram haver tendência de menores perdas em colheita de soja quando as colhedoras operavam em velocidades abaixo de 7 km h⁻¹. A falta de relação direta ocorrida entre a velocidade de operação e as perdas na colheita pode ser explicada pelo alto

valor do coeficiente de variação, encontrado na determinação de perdas em condições de campo que foi de 41% (Tabela 1), concordando com Campos et al. (2005).

Tabela 3. Médias de perdas ocorridas nos mecanismos internos em função das diferentes velocidades de deslocamento da colhedora (V_o) e rotação do molinete (V_m).

Velocidade	Rotação			
	V_{m1}	V_{m2}	V_{m3}	V_{m4}
V_{o1}	36,68a	55,24a	49,63a	40,75a
V_{o2}	53,18a	81,12a	67,63a	71,90a
V_{o3}	36,78a	41,43a	27,84a	56,12a
V_{o4}	91,86a	47,77b	54,15Aab	57,11ab

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise por correspondência, Figura 2 mostra a proximidade dos dois pontos representados por V_{o2} e V_{o4} ao eixo horizontal, ou seja, eixo primário, que comparado com a distância de V_{o1} e V_{o3} ao eixo vertical, considerado eixo secundário, indica que os eixos refletem um contraste entre (V_{o1} e V_{o3}) e (V_{o2} e V_{o4}), em outras palavras, existe uma heterogeneidade entre as categorias de velocidades, sendo V_{o2} e V_{o4} relativamente homogêneas, apresentando perdas em média

maiores iguais a 68,46 e 62,72 kg ha^{-1} , visto que aparecem mais próximos ao eixo. Enquanto V_{o1} e V_{o3} são homogêneas também, no entanto, representando um maior distanciamento do eixo, que indicam perdas médias menores, iguais a 45,58 e 40,56 kg ha^{-1} respectivamente. A Tabela 3 mostra que o maior valor médio de perda ocorreu em V_{o4} combinado com V_{m1} , já para as outras velocidades ocorreram perdas iguais.

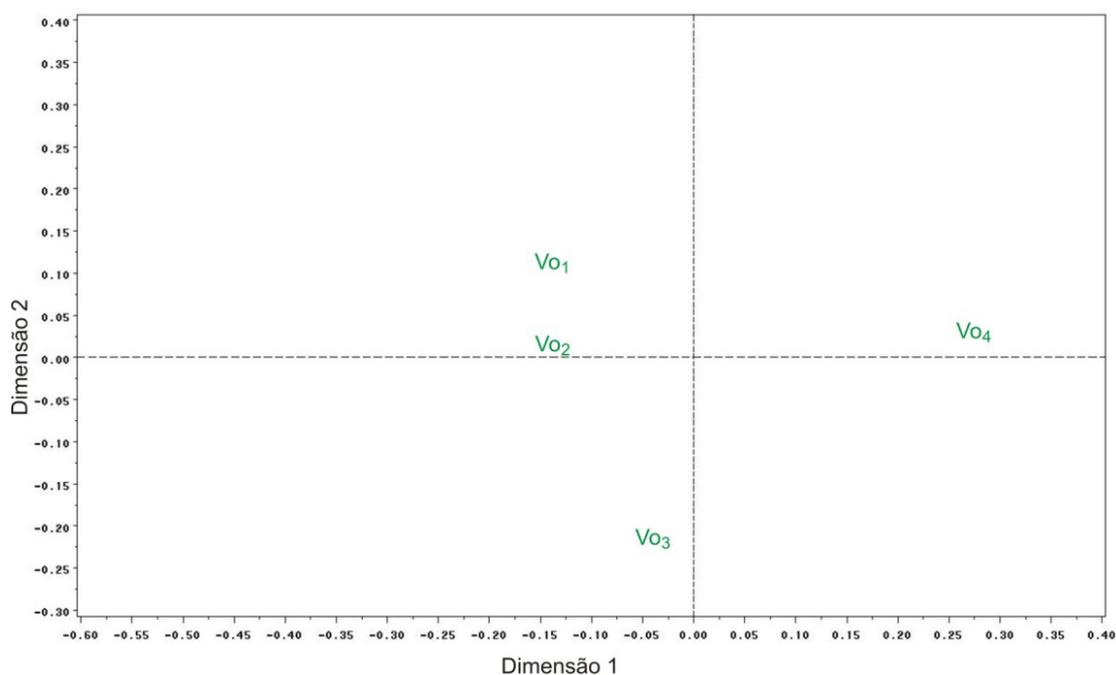


Figura 2. Representação das velocidades de operação (V_o) utilizadas no ensaio, no plano bidimensional das perdas ocorridas nos mecanismos internos.

O valor médio de perdas totais de grãos foi de 93,59 kg ha^{-1} , onde 27,8%, 58,1% e 14,1% foram devidos à plataforma de corte da colhedora, aos mecanismos internos da máquina e à degrana natural, respectivamente. Essas perdas foram influenciadas significativamente

pela velocidade de operação e pela interação desta com a velocidade do molinete (Tabela 1). As perdas variaram de 62,49 a 127,74 kg ha^{-1} , conforme Tabela 4. A utilização de velocidades no molinete, superiores à velocidade de operação da máquina em 23% (V_{m3}) ou 16%

(Vm₂), resultaram em menores perdas totais de grãos na colheita. As maiores perdas totais foram devidas aos percentuais de acréscimo da velocidade do molinete em 29% (Vm₄) e 9% (Vm₁).

Tabela 4. Médias de perdas totais ocorridas em função das diferentes velocidades de deslocamento da colhedora (Vo) e rotação do molinete (Vm).

Velocidade	Rotação			
	Vm1	Vm2	Vm3	Vm4
Vo1	77,05Ba	97,47Aa	81,22Ba	68,76Ca
Vo2	77,84Bb	103,31Aab	118,12Aa	127,74Aa
Vo3	102,20ABa	75,37Aab	62,49Bb	104,18ABa
Vo4	125,13Aa	89,73Ab	95,03ABab	91,83BCab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise por correspondência (Figura 3) mostra a aproximação de Vo2 com Vm4 e Vo₄ com Vm₁ indicando maiores percentuais de perdas, conforme Tabela 4 (127,74 e 125,13 kg h⁻¹), já o distanciamento de Vo₃ e Vm₃ indica menor ocorrência de perdas (62,49 kg ha⁻¹), ficando evidenciado a importância da regulação da

velocidade de operação da colhedora e do molinete, concordando com Fonseca & Silva (1997), Silva (2004) e Morello (2009), além de evidenciar que a análise por correspondência pode ser utilizada para estudos para escolha de regulagens de em colhedoras de grãos.

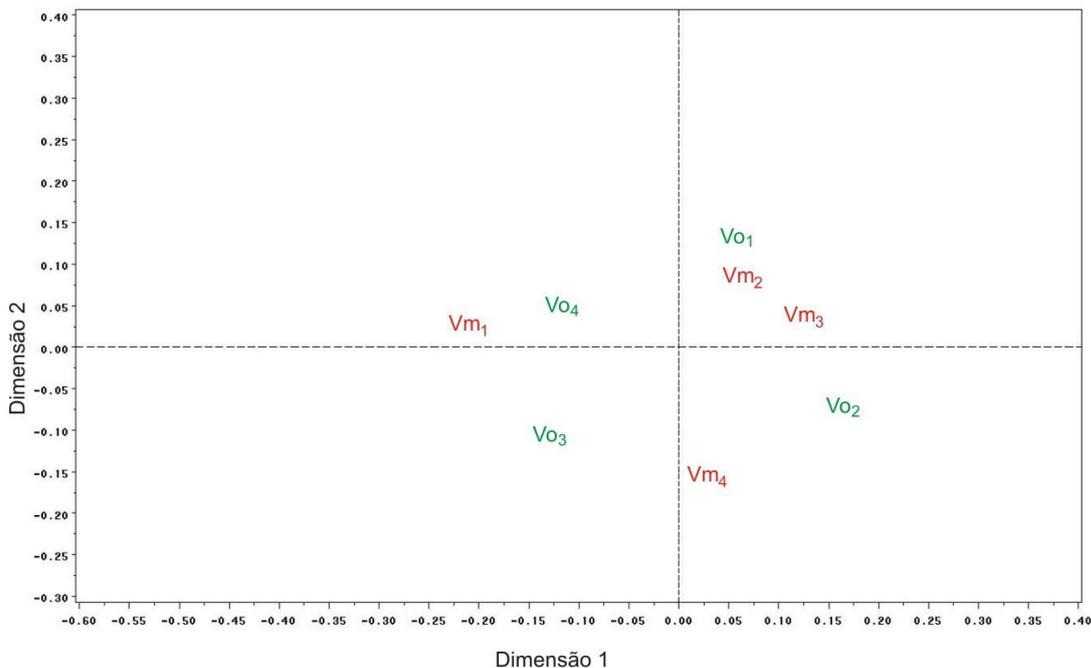


Figura 3. Representação das velocidades de operação (Vo) e do molinete (Vm) utilizadas no ensaio, no plano bidimensional das perdas totais.

Conclusões

A perda média de grãos de arroz na colheita mecanizada foi de 93,59 kg ha⁻¹. A interação entre a velocidade de operação e a velocidade do molinete da colhedora interfere nas perdas provocadas pela plataforma de corte e perdas totais de grãos.

As perdas provocadas pelos

mecanismos internos da colhedora automatizada não se correlacionam com as velocidades de operação avaliadas.

A análise de correspondência permite analisar, de forma clara, a relação entre as velocidades de operação e do molinete da colhedora na determinação das perdas de grãos.

Referências

- Campos, M.A.O., Silva, R.P. da., Filho, A.C., Mesquita, H.C.B., Zabani, S. 2005. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de minas gerais. *Engenharia Agrícola* 25: 207-213.
- Carvalho, M.S., Struchiner, C.J. 1992. Análise de Correspondência: Uma Aplicação do Método à Avaliação de Serviços de Vacinação. *Caderno Saúde Pública*, 8: 287-301.
- Castro, E. da M. de, Vieira, N.R. de A., Rabelo, R.R., Silva, S.A. da. 1999. *Qualidade de grãos em arroz*. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Brasil. 30 p. (Circular Técnica, 34).
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2009. *Avaliação da safra agrícola 2007/2008. Nono Levantamento da Produção Agrícola do Brasil*. http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/go/9_lev_safra.pdf <Acesso em 10 Fev. 2012>
- Cunha, J.P.A.R., Zandbergen, H.P. 2007. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba do Brasil. *Bioscience Journal* 23: 61-66.
- Ferreira, I.C., Silva, R.P., Lopes, A., Furlani, C.E.A. 2007. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. *Engenharia na Agricultura* 15: 141-150.
- Fonseca, J.R., Silva, J.G. da. 1997. *Perdas de grãos na colheita do arroz*. 2.ed. EMBRAPA, Goiânia, Brasil. 26 p. (Circular técnica, 24).
- Fonseca, J.R., Silva, J.G. da. 2003. Colheita e pós colheita. Cultivo de arroz de terras altas. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltas/index.htm> <Acesso em 18 Março 2011>.
- Hair Jr., J.F., Anderson, R.E., Tathan, R.L., Black, W.C. 1998. *Multivariate data analysis (5 th ed.)*. Prentice Hall, New Jersey, USA. 642 p.
- Jardine, C. 2002. *Perdas: Quando a produção não vai para o saco*. *A Granja* 639: 12-21.
- Mesquita, C.M., Costa, N.P., Pereira, J.E., Maurina, A.C., Andrade, J.G.M. 2001. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. *Engenharia Agrícola* 21: 197-205.
- Morello, M. *Ajuste no molinete evita perdas no campo*. 2009. http://www.masse.com.br/portugues/campo/campo_assunto.asp?idedicao=47&idassunto=252 <Acesso em 15 Abril. 2009>
- Sas Institute. 2002. *SAS/STAT Software: changes and enhancements through release 9.1*. SAS Institute Inc., Cary, USA. CD-ROM.
- Silva, J.G. da. 2004. Máquinas no arrozal. *Revista Cultivar Máquinas* 28: 6-9.
- Silva, J.G. da, Fonseca, J.R. 2006. Colheita do arroz. In: Santos, A.B. dos, Stone, L.F., Vieira, N.R. de A. (Ed.). *A cultura do arroz no Brasil*. 2. ed. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Brasil. p. 684-731.