



Desenvolvimento do milho e as perdas de grãos com diferentes armações de coleta em função da velocidade da colhedora

Desarrollo del maíz y pérdidas de granos con diferentes marcos de recolección en función de la velocidad de la cosechadora

Lucas de Oliveira Donaire. Universidade Federal da Grande Dourados. Brasil.

lucas.donaire@outlook.com

<https://orcid.org/0000-0003-4777-0785>

*Jorge Wilson Cortez. Universidade Federal da Grande Dourados. Brasil.

jorgecortez@ufgd.edu.br

<https://orcid.org/0000-0003-1120-719X>

Dario Alexandre Schwambach. Universidade Federal da Grande Dourados. Brasil.

dario_schwambach@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0001-5738-7902>

Amanda de Oliveira Ribeiro. Universidade Federal da Grande Dourados. Brasil.

amanda-oliveiraribeiro@outlook.com

<https://orcid.org/0000-0002-6100-3972>

Nayra Fernandes Agüero. Universidade Federal da Grande Dourados. Brasil.

nayra_fa@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4205-7606>

*Autor de Correspondencia: jorgecortez@ufgd.edu.br

Recibido: 06/11/2025

Aceptado: 20/05/2026

DOI <https://doi.org/10.48204/j.ia.v8n2.a10099>

RESUMO. Condições similares de semeadura podem resultar em diferentes condições de desenvolvimento e produtividade das culturas, como também de perdas da colheita. Assim, objetivou-se avaliar o estande de plantas e distribuição longitudinal, espigas (comprimento, diâmetro e número) e a produtividade milho juntamente com as perdas de grãos com a colhedora deslocando à $V4 = 4.0 \text{ km h}^{-1}$, $V5 = 5.0 \text{ km h}^{-1}$, $V6 = 6.0 \text{ km h}^{-1}$, $V7 = 7.0 \text{ km h}^{-1}$, $V8 = 8.0 \text{ km h}^{-1}$, em duas fazendas, e utilizando na amostragem armações de coleta de 1, 2 e 3 m^2 . Verificou-se que mesmo em condições similares de semeadura o fator local e clima afetou o estande de plantas, comprimento da espiga, diâmetro da espiga e a produtividade de grãos de milho. A velocidade de deslocamento da colhedora de milho afetou na distribuição da palha sobre o solo como a porcentagem de cobertura vegetal, mas não alteraram as perdas de grãos na colheita. Os níveis de perdas de grãos podem variar de um local para outro, mesmo utilizando a colhedora nas mesmas regulagens. Todas as armações de coleta testadas, de 1, 2 e 3 m^2 , podem ser utilizados para avaliação das perdas. Considerando a agilidade no processo de determinação das perdas de grãos recomenda-se a armação de 1 m^2 .

PALAVRAS CHAVE: áreas de coleta, colheita mecanizada, mecanização agrícola.

RESUMEN. Condiciones similares de siembra pueden resultar en diferentes condiciones de desarrollo y productividad de los cultivos, así como en distintas pérdidas durante la cosecha. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la densidad de plantas y la distribución longitudinal, las mazorcas —longitud, diámetro y número— y la productividad del maíz, junto con las pérdidas de granos, con la cosechadora desplazándose a $V4 = 4.0 \text{ km h}^{-1}$, $V5 = 5.0 \text{ km h}^{-1}$, $V6 = 6.0 \text{ km h}^{-1}$, $V7 = 7.0 \text{ km h}^{-1}$ y $V8 = 8.0 \text{ km h}^{-1}$, en dos fincas, utilizando marcos de muestreo de 1, 2 y 3 m^2 para la recolección de datos. Se verificó que, aun bajo condiciones similares de siembra, los factores relacionados con el sitio y el clima afectaron la densidad de plantas, la longitud de la mazorca, el diámetro de la mazorca y la productividad de granos de maíz. La velocidad de desplazamiento de la cosechadora de maíz afectó la distribución de la paja sobre el suelo, así como el porcentaje de cobertura vegetal, pero no modificó las pérdidas de granos durante la cosecha. Los niveles de pérdidas de granos pueden variar de un sitio a otro, incluso utilizando la cosechadora con las mismas regulaciones. Todos los marcos de muestreo evaluados, de 1, 2 y 3 m^2 , pueden utilizarse para la evaluación de las pérdidas. Considerando la agilidad en el proceso de determinación de las pérdidas de granos, se recomienda el uso del marco de 1 m^2 .

PALABRAS CLAVE: cosecha mecanizada, marcos de muestreo, mecanización agrícola.



INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um cereal produzido em grande parte do mundo, tendo os principais produtores os EUA, Brasil, China e Argentina. Os estados do Mato Grosso e Paraná, seguidos de Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais são os principais produtores de milho (Artuzo et al., 2019).

A demanda crescente do produto impulsionou a mecanização do sistema produtivo do milho, principalmente a operação de colheita. Essa etapa é considerada um dos momentos mais importantes do processo de produção da cultura, que consiste na retirada do produto do campo por meio do uso de máquinas de maneira ágil, com máxima rentabilidade e o mínimo de perdas possível (Neves et al., 2020).

Apesar de todo desenvolvimento tecnológico da colhedora e seus componentes internos, a operação de colheita mecanizada do milho envolve perdas, dentre as quais pode-se citar: perda da espiga empalhada; perda de grãos atrás da máquina; perda de grãos nos sabugos; perda de grãos na frente da plataforma de colheita (Bieniek et al., 2017). Após o processo de trilha dos grãos ocorre a fragmentação e distribuição do palhiço/palha sobre o solo, pelo picador de palhas e aletas direcionadoras, posicionadas na traseira da colhedora promovendo a cobertura vegetal do solo.

A velocidade de deslocamento é um fator importante que influencia diretamente nas perdas de grãos após a passagem da colhedora (Ormond et al., 2016). De acordo com Camolese et al. (2015), a variação da velocidade afeta a taxa de alimentação e pode sobrecarregar os mecanismos internos, dependendo da regulagem no momento da operação agrícola. Além disso, a maior velocidade de colheita resulta em menores danos mecânicos (Paixão et al., 2017), pois o incremento de velocidade aumenta a taxa de abastecimento, diminuindo o impacto direto das sementes nas partes metálicas do sistema de trilha além de preencher melhor o espaço.

Sendo assim, é necessário identificar e quantificar as perdas de grãos de milho após a passagem colhedora. Para avaliar essas perdas, existem diversas variações na metodologia empregada, porém as principais modificações encontradas relacionam-se ao tamanho da área da armação utilizada para quantificar as perdas, podendo variar de 1 m² (Mesquita et al., 2001), 2 m² (Mesquita & Gaudêncio, 1982) e 3 m² (Câmara et al., 2007), com comprimento igual ao da plataforma (Loureiro Junior et al., 2014). Câmara et al. (2007), afirmam que a área das armações interfere na quantificação das perdas totais.

Diferentes áreas de coleta das armações podem resultar em distintas estimativas de perdas de grãos durante a colheita. Da mesma forma, o fator local e o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora podem ocasionar variações nas perdas totais. Assim, pressupõe-se que o aumento da velocidade de colheita e a utilização de diferentes áreas de armação de coleta contribuam para maior variação nas perdas de grãos. Além disso, as condições específicas de cada área podem interferir nos componentes de produção do milho, influenciando as condições operacionais da colheita e, conseqüentemente, as perdas observadas.



Portanto, objetivou-se avaliar o estande de plantas e distribuição longitudinal, espigas (comprimento, diâmetro e número) e a produtividade milho juntamente com as perdas de grãos com a colhedora deslocando à V4 = 4.0 km h⁻¹, V5 = 5.0 km h⁻¹, V6 = 6.0 km h⁻¹, V7 = 7.0 km h⁻¹, V8 = 8.0 km h⁻¹, em duas fazendas, e utilizando na amostragem armações de coleta de 1, 2 e 3 m².

MATERIAL E MÉTODOS

Foi selecionada duas áreas de produção com características de solo próximas (Tabela 1) em que foi feito a semeadura e posteriormente realizada a colheita mecanizada do milho segunda safra no ano de 2019. A primeira área fica localizada no município de Aral Moreira - MS (A1), coordenadas 22°55'S e 55°37' O, altitude média de 609 m. A segunda área fica localizada no município de Ponta Porã - MS (A2) com coordenadas 21°24' S e 55°34' O, altitude média de 384 m. O clima da região é o Cwa e topografia plana. O solo em ambas as localidades foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, sendo muito argiloso em Aral Moreira - MS (A1) e argiloso em Ponta Porã - MS (A2). Nos últimos 20 anos as duas áreas vêm sendo cultivado com o sistema plantio direto, com sucessão das culturas de soja no verão e milho segunda safra no inverno.

Tabela 1

Teores médios dos atributos químicos na profundidade de 0.00 – 0.20 m para as duas localidades.

Área	pH	MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺ +H ⁺	CTC	V	Silte	Areia	Argila
				----- cmol _c dm ⁻³ -----								
A1	5.75	20.40	9.06	5.04	2.21	0.28	4.11	11.64	64.04	8.36	28.90	62.12
A2	5.40	38.84	10.94	5.58	1.17	0.18	2.90	6.94	70.74	10.68	46.65	46.25

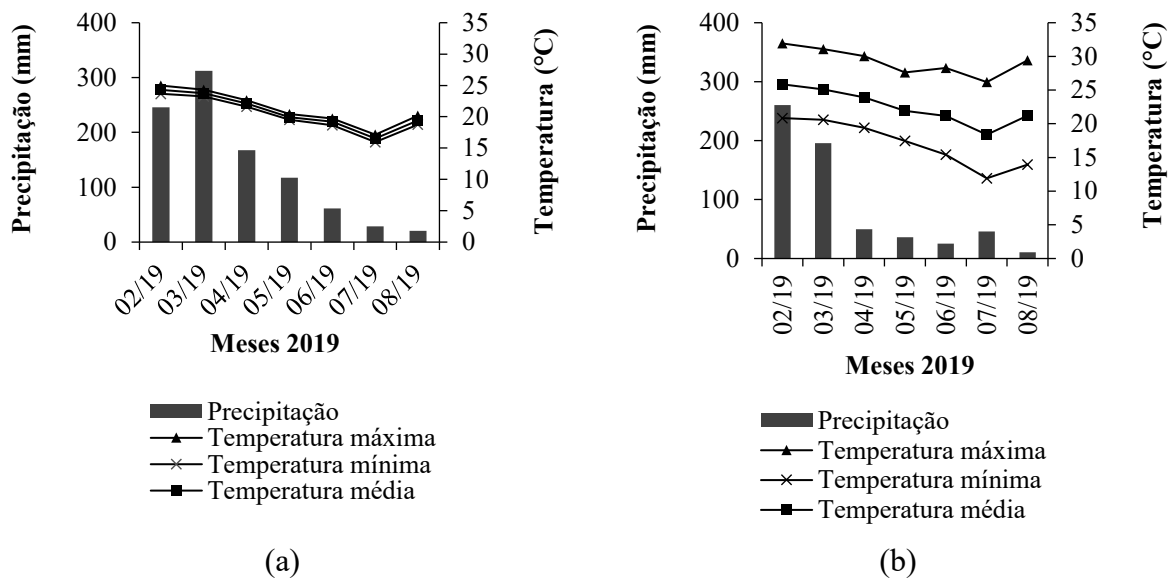
Capacidade de troca de cátions a pH 7.0 (CTC), saturação por bases (V). A1 – Aral Moreira; A2 – Ponta Porã.

Os dados meteorológicos durante a condução do experimento em Aral Moreira – A1 (Figura 1a) são do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) e para a região de Ponta Porã – A2 (Figura 1b), os dados foram adquiridos por meio da estação meteorológica da Embrapa Oeste. Durante o ciclo de desenvolvimento do milho o acumulado de precipitação para a área Aral Moreira - MS (A1) e Ponta Porã - MS (A2) foi de 933 e 363 mm, respectivamente.



Figura 1

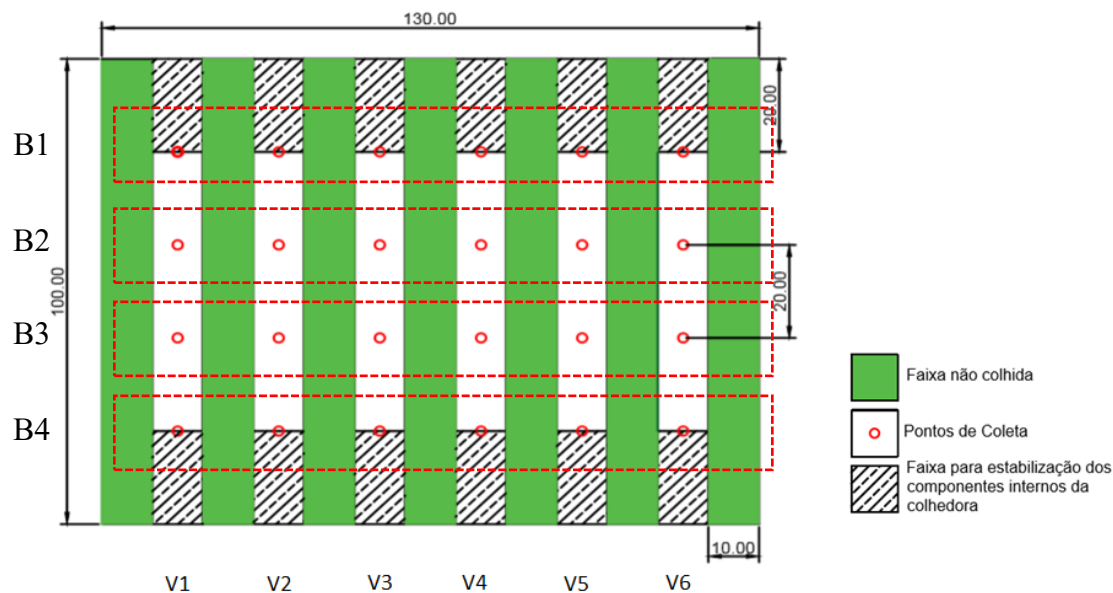
Dados meteorológicos mensais para o município de Aral Moreira (a) e Ponta Porã (b) no estado do Mato Grosso do Sul.



O trabalho foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com quatro repetições com cinco velocidades de deslocamento da colhedora ($V4 = 4.0 \text{ km h}^{-1}$, $V5 = 5.0 \text{ km h}^{-1}$, $V6 = 6.0 \text{ km h}^{-1}$, $V7 = 7.0 \text{ km h}^{-1}$, $V8 = 8.0 \text{ km h}^{-1}$) aplicado as duas localidades (Figura 2).

Figura 2

Esquema representativo da montagem da área experimental aplicado as duas localidades com suas dimensões em metro (m), com os pontos de coleta e os blocos (B1, B2, B3 e B4).



A operação de colheita foi realizada em faixas alternadas com uma faixa não colhida, buscando evitar interferência entre os tratamentos, totalizando uma área de 0.9 ha (100 m comprimento e 90



m largura). Foram dispensados 20 m das extremidades de cada faixa para a estabilização dos componentes internos da máquina e cada parcela teve comprimento de 20 m tendo um ponto central de coleta.

Foram utilizados diversos equipamentos agrícolas para a condução da cultura sendo a semeadora mecânica de disco horizontal de 24 linhas espaçadas de 0.50 m acoplada a um trator de 10 kW a 2,200 rpm, com velocidade de semeadura de aproximadamente a 6 km h⁻¹. Na semeadura utilizou-se o mesmo híbrido nas duas áreas (Formula Viptera2) com densidade de semeadura de 3 sementes por metro recebendo 260 kg ha⁻¹ de adubo 16-16-16 (N-P-K), sendo a semeadura nas datas de 17 de fevereiro e 01 de março de 2019 para as áreas Aral Moreira - MS (A1) e Ponta Porã - MS (A2), respectivamente. As aplicações de herbicida, inseticida e fungicida seguiram as recomendações agrônomicas conforme a necessidade da área. Na cultura de segunda safra não se faz aplicação de nitrogênio em cobertura, esperando que a planta utilize o residual da cultura anterior.

A colheita do milho foi realizada por colhedora com plataforma de milho da Stara, modelo Brava, de 20 linhas de 0.50 m sendo a colhedora uma NH 9080 de 245 kW de potência no motor trabalhando a 2,100 rpm, em ambas as áreas. Era constituída de sistema de trilha axial de duplo rotor. As regulagens no momento da operação de colheita foram: rotação de rotor 800 rpm, abertura do cilindro e côncavo, abertura do batedor 19 mm, rotação ventilador 900 rpm, abertura peneira superior 14 mm e abertura peneira inferior 12 mm, nas duas áreas. As regulagens foram mantidas iguais para as duas áreas a fim de uniformizar as condições de colheita para o estudo. A colheita foi realizada em 19 de julho e 07 de agosto para as áreas Aral Moreira - MS (A1) e Ponta Porã - MS (A2), respectivamente.

Para avaliação do estande de plantas final, realizado no momento da colheita, utilizou-se uma trena e em duas fileiras por dois metros de comprimento contou-se o número de plantas existente neste intervalo, sendo os resultados expressos em plantas por metro.

Na avaliação de distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plântulas foram realizadas leituras com a utilização de uma trena no mesmo local de determinação do estande de plantas. Sendo medido a distância entre plantas em dois metros de duas fileiras. A porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos foi obtida de acordo com a norma citada por Kurachi et al. (1989), considerando porcentagens de espaçamentos: "duplos" (D): < 0.5 vezes o Xref. (espaçamento de referência), "normais" (A): 5 < Xref. < 1.5, e "falhos" (F): > 1.5 o Xref. O espaçamento médio de referência foi obtido pela média de plântulas de cada área, sendo para a área Aral Moreira - MS (A1) foi de 0.35 m, ou seja, valores menores que 0.17 m foram considerados duplos e valores de espaçamentos acima de 0.52 m foram considerados falhos. Para a área de Ponta Porã - MS (A2), o espaçamento médio de referência foi de 0.39 m, ou seja, valores menores que 0.19 m foram considerados duplos e valores de espaçamentos acima de 0.59 m foram considerados falhos.

Para determinar a produtividade da cultura, foram coletadas todas as espigas em cinco metros de duas linhas, determinando posteriormente o número de espigas por metro. Com a despalha da espiga foi avaliado o diâmetro (DE) e comprimento (CE) com o auxílio de um paquímetro digital e uma régua graduada. Posteriormente realizou-se a trilha das espigas e aferiu-se a massa dos grãos, sendo os valores extrapolados para kg ha⁻¹. A umidade do grão foi determinada no momento

da colheita, sendo de 19.0 % e 20.8 % para Aral Moreira - MS (A1) e Ponta Porã - MS (A2), respectivamente. Posteriormente a umidade foi corrigida para 14 %, para os cálculos de perdas após a colheita.

Para a determinação de perdas de grãos após a passagem da colhedora utilizou-se a armação retangular com largura de 10 m igual da plataforma de corte, tendo a área total de 3 m², que foi subdividida para obter três armações de coleta, resultando nas subáreas A (tamanho 1) + B (tamanho 2) + C (tamanho 3) que representam A = 1 m², A+B = 2 m² e A+B+C = 3 m² (Figura 3). Os grãos de milho coletados foram depositados em saco de papel, e posteriormente determinou-se a massa (kg) utilizando uma balança de precisão, e os valores foram extrapolados para um hectare.

Figura 3

Esquema da armação utilizada para coleta das perdas de grãos.



Nos cordões delimitadores externos da armação de coleta das perdas foram marcados 50 pontos (Figura 3), espaçados em 0.15 m, totalizando 100 pontos, de acordo com a metodologia adaptada de Laflen et al. (1981), sendo cada ponto correspondente a 1 % de cobertura vegetal quando estava na presença de palha. Assim, para determinar a porcentagem de cobertura vegetal sobre o solo após a colheita mecanizada do milho, foram contados os pontos onde havia palha remanescente da colheita, nos pontos demarcados na armação.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5 % de probabilidade, para comparação de médias com Teste de Scott e Knott, seguindo o proposto por Barbosa (2015). Quando o fator velocidade foi significativo realizou-se a análise de regressão polinomial, verificando qual modelo melhor se ajusta aos dados. Foram aceitas as equações significativas com maior coeficiente de determinação.

RESULTADOS Y DISCUSSÃO

O número de plantas por metro (Tabela 2), estande final de plantas, foi maior para a área Aral Moreira - MS (A1) quando comparada à Ponta Porã - MS (A2). Essa condição interferiu diretamente na quantidade total de plantas de milho por hectare, resultando em 57,000 e 50,600 plantas ha⁻¹ para as áreas Aral Moreira - MS (A1) e Ponta Porã - MS (A2), respectivamente. Segundo Sangoi et al. (2012), a variação do estande de plantas por metro pode ser atribuída a fatores da própria máquina na operação de semeadura e o solo. No entanto, neste trabalho pode-se observar que ocorreram variações significativas de chuva nas áreas sendo em 933 mm em Aral Moreira - MS e 363 mm em Ponta Porã - MS (Figura 1), que pode ter afetado o desenvolvimento das plantas, afetando o estande final.

**Tabela 2***Estande de plantas e distribuição longitudinal de plantas de milho em duas localidades*

Fator	Estande (Plantas por Metro)	Distribuição longitudinal		
		Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
Área (A)				
A1	2.85 ^a	89.30 ^a	8.74 ^a	1.94 ^a
A2	2.53 ^b	84.72 ^a	11.52 ^a	3.74 ^a
Teste F				
A	31.94 [*]	2.09 ^{ns}	0.89 ^{ns}	1.59 ^{ns}
C.V. (%)	7.35	12.61	100.64	173.61

^{ns}: não significativo ($p > 0.05$); ^{*}: significativo ($p < 0.05$); C.V.: coeficiente de variação. a, b: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo método de Scott-Knott; A1: Aral Moreira; A2: Ponta Porã.

Na distribuição longitudinal de plantas de milho, os indicadores de espaçamento normal foram acima de 60 %, porcentagem definida para máquinas com sistema de distribuição mecânico de sementes. Esses resultados (Tabela 2) dos espaçamentos normais se aproximam do mínimo recomendado para a semeadora pneumática que é de 90 % (Weirich Neto et al., 2015). Assim, segundo os autores considera-se como ótimo o desempenho da semeadora que distribuir de 90 a 100 % das sementes na faixa de espaçamentos aceitáveis, bom desempenho para 75 a 90 %, regular para 50 a 75 %, e insatisfatório abaixo de 50 %. Portanto, é necessário conhecer e buscar soluções para que a semeadura se torne cada vez mais eficiente sendo de extrema importância a limpeza, manutenção preventiva do maquinário a ser utilizado na operação.

Observou-se diferença significativa nos componentes de produção comprimento e diâmetro das espigas, espiga por metro e produtividade (Tabela 3), tendo a área A1 - Aral Moreira - MS apresentado valores superiores em relação a A2 - Ponta Porã - MS. O maior estande de plantas (Tabela 2) na área de Aral Moreira - MS - A1 pode ter contribuído com a maior produtividade nessa área (Tabela 3), além das condições climáticas já observadas anteriormente, com variações de chuva nas áreas, sendo maior em Aral Moreira - MS (Figura 1), o que provavelmente permitiu melhor desenvolvimento da cultura e consequentemente maior produtividade.

Tabela 3*Componentes de produção do milho em cada localidade.*

Área (A)	Comprimento de Espiga (cm)	Diâmetro da espiga (cm)	Número de espigas por metro	Produtividade kg ha ⁻¹
A1	17.2 ^a	5.0 ^a	2.2 ^a	6,503.9 ^a
A2	16.6 ^b	4.8 ^b	2.0 ^a	5,070.2 ^b
Tratamento	12.07 [*]	14.55 [*]	0.55 ^{ns}	19.22 [*]
Bloco	7.25 [*]	0.58 ^{ns}	0.50 ^{ns}	1.72 ^{ns}
CV	2.02	3.07	13.46	7.99

^{ns}: não significativo ($p > 0.05$); ^{*}: significativo ($p < 0.05$); C.V.: coeficiente de variação. a, b: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo método de Scott-Knott; A1: Aral Moreira; A2: Ponta Porã.



Não houve efeito significativo das áreas nem das velocidades de deslocamento (média de 88.95 %) sobre a porcentagem de cobertura vegetal (média de 88.72 %). Entretanto, a interação (Tabela 4) das mesmas foi significativa (Teste de F = 4.52, $p < 0.05$). Os valores médios de cobertura vegetal encontraram-se acima dos encontrados por Cortez et al. (2019a), que verificaram valor médio de 75.75 % de cobertura vegetal para o sistema de plantio direto. O coeficiente de variação foi considerado baixo (4.21 %) para os dados de cobertura vegetal, segundo a classificação de Pimentel-Gomes & Garcia et al. (2002), indica maior uniformidade dos valores de cobertura vegetal após a colhedora de milho. A cobertura vegetal influencia na qualidade do ambiente, como a manutenção de temperatura e da água no solo (Brandeleiro et al., 2015), diferentemente de outros manejos que afetam a quantidade de resíduo sobre a superfície do solo (Cortez et al., 2015). Além disso, de acordo com Dadalto et al. (2015), esse sistema conservacionista de manejo de solo contribui para aumento da biomassa microbiana.

Verificou-se na interação das áreas e velocidade de deslocamento da colhedora (Tabela 4) que a porcentagem de cobertura vegetal na área A2 - Ponta Porã - MS foi maior à 5.0 km h⁻¹. Uma vez que não ocorreu para nenhuma outra velocidade, isso pode ser uma ocorrência eventual ou associada a causas não controladas como maior cobertura por outras espécies vegetais, associadas a variações na microescala de argila, compactação e fertilidade.

Tabela 4

Desdobramento da interação da área (local) para cada velocidade de deslocamento da colhedora, isoladamente, no atributo cobertura vegetal (%) após a colheita.

ÁREA	Velocidade de deslocamento (km h ⁻¹)				
	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
A1	86.50 ^a	83.25 ^b	91.00 ^a	91.50 ^a	92.25 ^a
A2	84.75 ^a	92.50 ^a	90.50 ^a	89.50 ^a	87.75 ^a

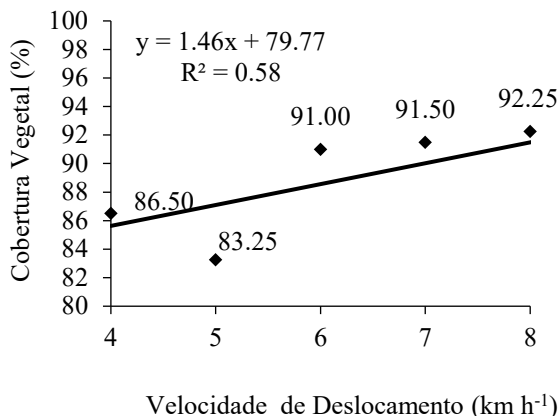
Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo método de Scott-Knott. A1: Aral Moreira; A2: Ponta Porã.

A porcentagem de cobertura vegetal sobre o solo após a operação de colheita teve efeito linear (Figura 4a) na área de Aral Moreira - MS - A1. Ao contrário, para a área A2 - Ponta Porã - MS a regressão se mostrou quadrática. Isso indica para a área A1 quanto maior a velocidade de deslocamento da colhedora, maior a porcentagem de cobertura sobre o solo, que está associado ao aumento do volume de material vegetal que a máquina processa e conseqüentemente a distribuição sobre o solo. Outros fatores a considerar é o maior estande e produtividade em A1, tendo assim maior massa para a distribuição. Na área de Ponta Porã - MS - A2 com a regressão quadrática (Figura 4b) apresentou um ponto de máximo que corresponde à velocidade de deslocamento de 6.23 km h⁻¹, indicando 91.33 % de cobertura vegetal, e a partir desse ponto, caso a velocidade continue aumentando, a distribuição da cobertura diminui.

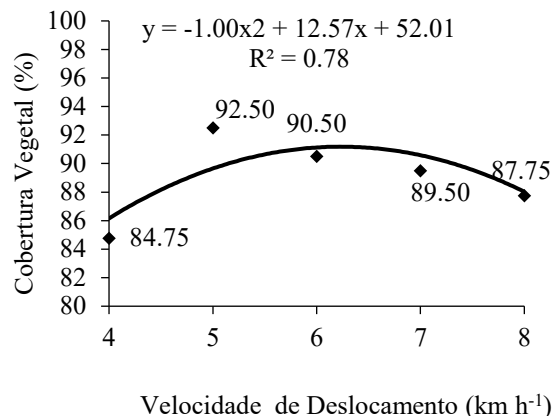


Figura 4

Análise de regressão da cobertura vegetal para as áreas Aral Moreira (a) e Ponta Porã (b).



(a)



(b)

Os maiores valores de perdas de grãos de milho ocorreram na área de Aral Moreira – MS - A1, comparado a de Ponta Porã - MS - A2, independentemente do tamanho da armação (Tabela 5) que pode estar relacionado a maior quantidade de plantas (Tabela 2) e a maior produtividade (Tabela 3). As perdas ficaram abaixo do limite aceitável de 60 kg ha⁻¹ (Mesquita et al., 2001) nas áreas analisadas.

Tabela 5

Perdas de grãos na colheita mecanizada do milho (kg ha⁻¹ e %) em função da área e da velocidade de deslocamento.

ÁREA (A)	Tamanho da armação (m ²)					
	1.0		2.0		3.0	
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%
A1	39.22 ^a	0.60 ^a	38.19 ^a	0.58 ^a	47.03 ^a	0.72 ^a
A2	19.83 ^b	0.39 ^b	16.39 ^b	0.32 ^b	16.78 ^b	0.33 ^b
Velocidade (V)						
4.0 km h ⁻¹	30.62	0.51	24.21	0.41	27.77	0.46
5.0 km h ⁻¹	28.27	0.47	22.57	0.37	23.61	0.38
6.0 km h ⁻¹	26.71	0.47	26.32	0.45	27.75	0.47
7.0 km h ⁻¹	21.16	0.35	31.46	0.51	40.81	0.65
8.0 km h ⁻¹	40.88	0.68	31.88	0.53	39.58	0.65
Teste F						
A	16.34*	7.68*	28.95*	15.59*	43.37*	29.05*
V	1.82 ^{ns}	1.90 ^{ns}	0.87 ^{ns}	0.82 ^{ns}	2.29 ^{ns}	2.28 ^{ns}
A x V	1.26 ^{ns}	1.29 ^{ns}	1.43 ^{ns}	1.46 ^{ns}	2.35 ^{ns}	2.37 ^{ns}
C.V. (%)						
	51.37	48.92	46.93	46.19	45.52	43.89

^{ns}: não significativo (p > 0.05); *: significativo (p < 0.05); C.V.: coeficiente de variação. a, b: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo método de Scott-Knott. A1 - Aral Moreira; A2 - Ponta Porã.



O coeficiente de variação das perdas de grãos (Tabela 5) foi classificado como alto (Pimentel-Gomes & Garcia, 2002), que pode ser justificado pela alta variabilidade da amostra à campo. Quando ocorre maior número de plantas por metro, assim como a maior produtividade, podem sobrecarregar os mecanismos internos da colhedora, na qual a máquina não consegue processar todo o material causando perdas após a operação (Alvez et al., 2015). É necessário levar em consideração no momento da operação de colheita a produtividade da cultura de milho tendo em vista a capacidade que a máquina possui para manusear toda massa colhida de grãos (Ormond et al., 2016).

Não se observou diferença das perdas de grãos ao fazer a coleta com várias áreas de coleta das armações. Ao observar os valores das perdas de grãos em porcentagem (%) essa diferença fica ainda menos expressiva. Assim, poder-se-ia utilizar da armação de tamanho de 1 m² a fim de agilizar o processo de determinação das perdas. No entanto, Câmara et al. (2007), verificaram que a armação de 3 m² quantificou valores de perdas maiores do que a armação de 2 m². Mostrando ainda a inconclusão sobre o tamanho adequado da armação de coleta.

As velocidades de deslocamento da colhedora não afetaram as perdas de grãos (Tabela 5), corroborando com Alves et al. (2015), que, ao estudar as perdas na colheita mecanizada do milho em função da velocidade, não verificaram diferenças significativas quanto a velocidade de deslocamento da colhedora. Menezes et al. (2018), ao avaliar a velocidade de 6 e 8 km h⁻¹ verificaram que ocorreu pouco efeito sobre as perdas na colheita da soja, mas as perdas encontradas foram acima dos limites aceitáveis de 60 kg ha⁻¹. Enquanto neste trabalho as perdas ficaram abaixo do limite aceitável.

Em trabalhos realizados por Balada & Redivo (2018), em relação à velocidade de deslocamento da colhedora, foram observadas menores perdas nos sistemas de separação, limpeza e trilha na velocidade de trabalho de 6 km h⁻¹, já as maiores perdas foram observadas quando a colheita foi conduzida na velocidade de 8 km h⁻¹. Bieniek et al. (2017), observaram que as perdas de sementes foram de 3.36 % a 3.86 %, e que a velocidade de deslocamento é um parâmetro significativo para as perdas no campo. Segundo Dario et al. (2018), a menor perda de grãos soltos (4.4 kg ha⁻¹) foi obtido quando a velocidade de trabalho da colhedora axial de milho foi de 8 km h⁻¹.

Portanto, verificou-se que o local de condução do trabalho afetou os componentes de produção do milho, em virtude aqui, provavelmente, da variação climática com maior volume de chuva em uma das áreas. E que apesar de não ter observado efeito da velocidade sobre as perdas neste trabalho, como de outros trabalhos (Câmara et al., 2007; Alves et al., 2015; Menezes et al., 2018), mas a literatura ainda mostra efeitos significativos da velocidade sobre as perdas na colheita (Bieniek et al., 2017; Balada & Redivo, 2018; Dario et al., 2018; Cortez et al., 2019b).

CONCLUSÕES

Mesmo em condições similares de semeadura, o fator local e clima afeta o estande de plantas, comprimento da espiga, diâmetro da espiga e a produtividade de grãos de milho.



A velocidade de deslocamento da colhedora de milho influencia na distribuição da palha sobre o solo como a porcentagem de cobertura vegetal, mas não altera as perdas de grãos na colheita. Os níveis de perdas de grãos podem variar de um local para outro, mesmo utilizando a colhedora nas mesmas regulagens. Todas as armações de coleta testadas, de 1, 2 e 3 m², podem ser utilizados para avaliação das perdas.

Considerado que o estudo foi conduzido em apenas duas áreas comerciais e em uma única safra, recomenda-se ampliar o número de áreas, safras e condições operacionais, incluindo diferentes híbridos, plataformas, regulagens da colhedora e níveis de produtividade para próximas pesquisas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor em Engenharia Agrícola.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não existe conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

- Alves, F. B., Lopes Filho, L. C., Gomes, F. H. F., & Delmond, J. G. (2015). Harvest losses in mechanised maize (*Zea mays*) as a function of speed and threshing cylinder rotation. *Cientific@ - Multidisciplinary Journal*, 2(1), 130–142.
- Artuzo, F. D., Foguesatto, C. R., Machado, J. A. D., Oliveira, L., & Souza, A. R. L. (2019). The Brazilian productive potential: A historical analysis of maize production. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 12(2), 515–540.
- Balada, I. J., & Redivo, G. D. R. G. (2018). Monitoramento de perdas em relação a velocidade de trabalho na colheita do milho segunda safra. *Tech & Campo*, 1(1), 3-16, 2018.
- Barbosa, J. C. (2015) *Experimentação agrícola*. Apostila, Funep.
- Bieniek, J., Zarek, L., Romanski, L., Komarnicki, P., & Kobel, P. (2017). Evaluation of New Holland CR 9080 operation. *Agricultural Engineering*, 21(1), 5–17.
- Brandeleiro, E. M., Araújo, A. G., & Ralisch, A. (2015). Coverage mobilisation during sowing and its influence on soil temperature, water content, and maize emergence. *Revista Engenharia Agrícola*, 35(1), 98–108.



- Câmara, F. T., Silva, R. P., Lopes, A., Furlani, C. E. A., Grotta, D. C. C., & Reis, G. N. (2007). Influence of sampling area in determining total losses in soybean harvest. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(3), 909–913.
- Camolese, H. S., Baio, F. H. R., & Alves, C. Z. (2015). Quantitative and qualitative losses of combines with radial and axial threshing as a function of grain moisture. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 9(1), 21–29.
- Cortez, J. W., Nagahama, H. J., Olszewski, N., Patrocínio Filho, A. P., & Souza, E. B. (2015). Soil moisture content and surface temperature in tillage systems and development stages of maize crop. *Engenharia Agrícola*, 35(4), 699–710.
- Cortez, J. W., Pusch, M., Silva, R. P., Rufino, M. V., & Anghinoni, M. (2019a). Management systems: Soil cover and compaction, longitudinal distribution, and soybean yield. *Engenharia Agrícola*, 39(4), 490–497.
- Cortez, J. W., Syrio, M. G., & Rodrigues, S. A. (2019b). Types of header, operating speed, and geometry of collection frames on the total losses of soybean harvest. *Engenharia Agrícola*, 39(4), 482–489.
- Dadalto, J. P., Fernandes, H. C., Teixeira, M. M., Cecon, P. R., & Matos, A. T. (2015). Tillage influence on soil microbial activity. *Revista Engenharia Agrícola*, 35(3), 506–513.
- Dario, M. M., Vale, W. G., Demarchi, J., Branco, P. A. C., & Nunes, E. H. (2018). Evaluation of quantitative and qualitative losses in mechanised maize harvesting. *Scientific Electronic Archives*, 11(5), 23–32.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2019). Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>
- Kurachi, S. A. H., Costa, J. A. S., Bernardi, J. A., Coelho, J. L. D., & Silveira, G. M. (1989). Technological evaluation of seeders and/or fertiliser drills: Data processing from trials and regularity of within-row seed distribution. *Bragantia*, 48(2), 249–262.
- Laflen, J. M., Amemiya, A., & Hintz, E. A. (1981). Measuring crop residue cover. *Soil and Water Conservation*, 36(6), 341–343.
- Loureiro Júnior, A. M., Silva, R. P., Cassia, M. T., Compagnon, A. M., & Voltarelli, M. A. (2014). Influence of sampling area on variability of losses in mechanical soybean harvesting. *Engenharia Agrícola*, 34(1), 76–85.
- Menezes, P. C., Silva, R. P., Carneiro, F. M., Girio, L. A., Oliveira, M. F., & Voltarelli, M. A. (2018). Can combine headers and travel speeds affect the quality of soybean harvesting operations? *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(10), 732–738.
- Mesquita, C. M., & Gaudêncio, C. A. (1982). *Medidor de perdas na colheita de soja e trigo*. EMBRAPA Soja.



- Mesquita, C. M., Costa, N. P., Pereira, J. E., Maurina, A. C., & Andrade, J. G. M. (2001). Characterisation of mechanised soybean harvesting in Paraná. *Engenharia Agrícola*, 21(2), 197–205.
- Neves, E., Oliveira, B. S., & Oliveira, W. D. A. (2020). Maize grain losses as a function of different harvesting speeds. *Scientific Electronic Archives*, 13(4), 1–5.
- Ormond, A. T. S., Voltarelli, M. A., Paixão, C. S. S., Alcântara, A. S., Kazama, E. H., Furlani, C. E. A., & Silva, R. P. (2016). Harvest quality of mechanised maize sown at different speeds. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 15(3), 582–593.
- Paixão, C. S. S., Chrispin, C. P., Silva, R. P., Girio, L. A. S., & Voltarelli, M. A. (2017). Physical and physiological quality of soybean seeds at three harvester speeds. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(3), 214–218.
- Pimentel-Gomes, F., & Garcia, C. H. (2002). *Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais*: Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. FEALQ.
- Sangoi, L., Schmitt, A., Vieira, J., Picoli Junior, G. J., Souza, C. A., Casa, R. T., Schenatto, D. E., Giordani, W. G., Boniatti, C. M., Machado, G. C., & Horn, D. (2012). Variability in plant spatial distribution within the row and maize grain yield. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 11(3), 268–277.
- Weirich Neto, P. H., Fornari, A. J., Justino, A., & Garcia, L. C. (2015). Maize sowing quality. *Engenharia Agrícola*, 35(1), 171–179.