

Perdas quantitativas na colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamentos reduzido e convencional

Quantitative losses in mechanized harvesting corn crop in small footprint and conventional

Danilo Roberto Loureiro¹; Haroldo Carlos Fernandes²; Mauri Martins Teixeira³; Daniel Mariano Leite^{4*}; Marcelo Marques Costa⁵

Resumo

Objetivou-se com este trabalho, avaliar as perdas quantitativas ocorridas na colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamentos reduzido e convencional. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições em esquema fatorial (2 x 3 x 3), sendo dois espaçamentos (0,45m e 0,90m): três velocidades da colhedora (1,8 km.h⁻¹, 3,5 km.h⁻¹ e 4,1 km.h⁻¹) e três aberturas do côncavo (25 mm, 30 mm e 35 mm). Para os tratamentos onde o espaçamento entre linhas foi de 0,45 m, a colhedora trabalhou com uma alimentação de duas linhas entre os divisores de linha da plataforma de colheita enquanto nos tratamentos onde o espaçamento foi de 0,90 m, a colhedora trabalhou com uma alimentação de uma linha entre os divisores de linha da plataforma. A população de plantas foi a mesma para os dois espaçamentos utilizados no experimento. As perdas naturais foram maiores nos tratamentos com espaçamento convencional, porém as perdas na plataforma de colheita apresentaram os menores valores utilizando esse espaçamento na velocidade de 3,5 km.h⁻¹. As maiores perdas ocorridas nos mecanismos internos da colhedora ocorreram quando se utilizou abertura do côncavo de 30 mm a uma velocidade de 3,5 km.h⁻¹. As perdas totais representaram 8,2% e 7,3% da produtividade média nos espaçamentos de 0,45 m e 0,9 m respectivamente.

Palavras-chave: Colhedora, máquinas agrícolas, *Zea mays* L

Abstract

The objective of this study was to evaluate the quantitative losses occurred in the mechanical harvesting of the corn grown in conventional and reduced gaps. The experimental design was randomized blocks with three replications and treatments distributed in a factorial (2 x 3 x 3), and two spacings (0.45 m and 0.90 m), three speeds of the combine (1.8 km.h⁻¹, 3.5 km.h⁻¹ and 4.1 km.h⁻¹) and three openings of the concave (25 mm, 30 mm and 35 mm). For treatments where the spacing was 0.45 m, the harvester worked with a power of two lines dividing line between the platform crop while in treatments where the spacing was 0.90 m, the harvester worked with a power dividing line between a line of platform. The plant population was the same for the two spacings used in the experiment. The natural losses were higher in the conventional spacing, but the header losses of harvest had the lowest use this space

¹ Engº Agrícola e Ambiental, Doutorando em Engenharia Agrícola, Deptº de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG. E-mail: loudanilo@yahoo.com

² Engº Agrícola, Prof. Associado, Deptº de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa, MG. E-mail: haroldo@ufv.br

³ Engº Agrº, Prof. Associado, Deptº de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa, MG. E-mail: mauri@ufv.br

⁴ Lic. em Ciências Agrícolas, Doutorando em Engenharia Agrícola, Deptº. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa, MG. E-mail: dm.leite@hotmail.com

⁵ Engº Agrº, Doutorando em Engenharia Agrícola, Deptº. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa, MG. E-mail: marcelo.marques.costa@gmail.com

* Autor para correspondência

at a speed of 3.5 km.h⁻¹. As maiores perdas ocorreram nos mecanismos internos da colhedora ocorreu quando se utiliza a abertura côncava de 30 mm a uma velocidade de 3,5 km.h⁻¹. Total losses accounted for 8.2% and 7.3% of the average productivity in the gaps of 0.45 m 0.9 m respectively.

Key words: Harvester, agricultural machinery, *Zea mays* L

Introdução

A produção brasileira de milho, no ano de 2010, foi de 54,14 milhões de toneladas, o que compete ao país, o terceiro lugar na produção mundial. Deste total produzido, cerca de 4,6 milhões de toneladas são exportadas (ANEC, 2010). A produtividade brasileira é de 4,13 t ha⁻¹ considerada baixa, quando comparada a países como Estados Unidos e China. Esses países possuem uma produtividade média de 10,59 e 5,29 t ha⁻¹, respectivamente (USDA, 2010).

A densidade de plantas ideal para maximizar o rendimento de grãos de milho varia de 30.000 a 90.000 plantas ha⁻¹. Essa densidade depende da disponibilidade hídrica, da fertilidade do solo, do ciclo da cultivar, da época de semeadura e do espaçamento entre linhas (CRUZ et al., 2006).

Segundo Argenta, Silva e Sangoi (2001) o arranjo espacial das plantas de milho constitui-se em uma prática de manejo importante, quando se visa obter produtividades próximas do potencial produtivo da cultura. Dourado Neto et al. (2003) observaram que menor espaçamento entre linhas de propiciou aumento na produtividade de milho.

A redução do espaçamento entre linhas propicia o aumento da capacidade de interceptação de luz pelo dossel das plantas cultivadas. Dessa forma, a cultura se desenvolve mais rápido. Além disso, diminui a captação de energia solar pelas plantas infestantes, tornando-as menos competitivas (THARP; KELLS, 2001).

Para se tornar financeiramente viável, uma unidade produtora deverá possuir uma alta produtividade e uma tecnologia que consiga retirar com eficiência e agilidade os grãos produzidos pela cultura. Nesse ponto, a colheita mecanizada vem se aperfeiçoando cada vez mais, buscando diminuir as perdas de grãos no campo, realizando o trabalho cada vez mais rápido.

As perdas quantitativas podem ser consideradas como a porcentagem dos grãos que ficam nas lavouras após a realização da colheita, podendo ser divididas em perdas naturais, perdas na plataforma de colheita e perdas nos mecanismos internos (MANTOVANI, 1989).

Para Staggenborg, Dhuyvetter e Gordon (2008) as perdas quantitativas são maiores quando o milho semeado no espaçamento de 0,4 a 0,5 m é colhido com plataformas de colheita de 0,8 m. Apesar disso, essa prática pode ser uma alternativa para pequenas propriedades.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho determinar as perdas que ocorrem durante a colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamentos de 0,45 e 0,9 m, utilizando uma plataforma adaptada, em três velocidades de deslocamento com três regulagens diferentes no sistema de trilha.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Coimbra – MG, localizado a 20°51'24" Sul e 42°48'10" Oeste, com 720 m de altitude. A cultivar de milho utilizada foi a DKP 747, sendo a semeadura realizada em sistema de plantio direto.

A semeadura foi realizada utilizando uma semeadora da marca “VENCE TUDO” com quatro linhas de semeadura espaçadas de 0,45 m, sendo distribuídas seis sementes por metro. Nos tratamentos em que o espaçamento foi de 0,90 m, realizou-se a eliminação das linhas excedentes. Já em tratamentos com espaçamento de 0,45 m, eliminou-se o excesso de plantas na linha, visando garantir a mesma população em todas as parcelas. Tal procedimento foi realizado na segunda semana após a semeadura.

Na colheita foi utilizada uma colhedora "LAVRARE", modelo 300, ano 1987, com plataforma de duas linhas de colheita adaptada para colher em espaçamento entre linhas de plantio de 0,9 m, cuja rotação do cilindro debulhador foi mantida constante em 750 rpm.

Na pré-colheita foram determinados o diâmetro dos sabugos; a altura de inserção da 1ª espiga e o teor de água dos grãos. O diâmetro dos sabugos foi determinado com um paquímetro, medindo cinco sabugos de espigas colhidos aleatoriamente em cada unidade experimental. A altura da inserção da primeira espiga foi avaliada aleatoriamente em cinco plantas em cada unidade experimental. O teor de água dos grãos foi determinado em laboratório, utilizando um medidor de umidade universal e os resultados expressos em base úmida.

Para determinação das perdas na lavoura foi utilizada uma armação com dimensões de 1,8 m por 1 m. As perdas quantitativas foram divididas em perdas naturais, perdas na plataforma de corte, perdas nos mecanismos internos, perdas totais e perdas ocasionadas pela colhedora.

As perdas naturais não sofrem influencia dos mecanismos da colhedora. Essas perdas foram avaliadas para os espaçamento entre linhas de plantio de 0,9 m e 0,45 m, sendo calculadas de acordo com a Equação 1:

$$PN = \left(\frac{M_1}{A} \right) \times \left[1 - \left(\frac{U_i - U_f}{100 - U_f} \right) \right] \times 10000 \quad (1)$$

em que:

PN = perdas de pré-colheita, (kg.ha⁻¹);

M_1 = massa média dos grãos encontrados dentro da armação, (kg);

A = área da armação, (m²);

U_i = umidade inicial dos grãos, (% b.u.); e

U_f = umidade final dos grãos, (13% b.u.).

A determinação das perdas na plataforma de corte foi realizada de acordo com a Equação 2:

$$PPC = \left\{ \left(\frac{M_2}{A} \right) \times \left[1 - \left(\frac{U_i - U_f}{100 - U_f} \right) \right] \times 10000 \right\} - PN \quad (2)$$

em que:

PPC = perdas na plataforma de corte, (kg.ha⁻¹);

M_2 = massa de grãos encontrados dentro da armação, (kg);

A = área da armação, (m²);

U_i = umidade inicial dos grãos encontrados dentro da armação, (% b.u.);

U_f = umidade final dos grãos, (13% b.u.); e

PN = perdas de pré-colheita, (kg.ha⁻¹).

Após a medição das perdas na plataforma de corte, a colhedora começou o trabalho percorrendo o restante da unidade experimental. A armação foi posicionada aleatoriamente numa faixa onde a colhedora trabalhou em regime constante. Os grãos encontrados dentro da armação foram pesados e as perdas nos mecanismos internos determinadas por meio da Equação 3:

$$PMI = \left\{ \left(\frac{M_3}{A} \right) \times \left[1 - \left(\frac{U_i - U_f}{100 - U_f} \right) \right] \times 10000 \right\} - PPC \quad (3)$$

em que:

PMI = perdas nos mecanismos internos, (kg.ha⁻¹);

M_3 = massa de grãos encontrados dentro da armação, (kg);

A = área da armação, (m²);

U_i = umidade inicial dos grãos, (% b.u.);

U_f = umidade final dos grãos, (13% b.u.); e

PPC = perdas na plataforma de corte, (kg.ha⁻¹).

A determinação das perdas totais foi realizada utilizando a Equação 4:

$$PT = PN + PPC + PMI \quad (4)$$

em que:

PT = perdas totais, (kg ha⁻¹);

PN = perdas de pré-colheita, (kg.ha⁻¹);

PPC = perdas na plataforma de corte, (kg.ha⁻¹); e

PMI = perdas nos mecanismos internos (kg.ha⁻¹).

A determinação das perdas ocasionadas pela colhedora foi realizada de acordo com a Equação 5:

$$POC = PPC + PMI \quad (5)$$

em que:

POC = perdas ocasionadas pela colhedora, (kg.ha⁻¹);

PPC = perdas na plataforma de corte, (kg.ha⁻¹); e

PMI = perdas nos mecanismos internos da colhedora, (kg.ha⁻¹).

A produtividade de cada unidade experimental foi calculada de acordo com a Equação 6:

$$PROD = \left\{ \left(\frac{M_d}{A} \right) \times \left[1 - \left(\frac{U_i - U_f}{100 - U_f} \right) \right] \times 10000 \right\} - PT \quad (6)$$

em que:

$PROD$ = produtividade, (kg.ha⁻¹);

M_d = massa de grãos, (kg);

A = área útil da unidade experimental, m²;

U_i = umidade inicial dos grãos, (% b.u);

U_f = umidade final dos grãos, (13% b.u); e

PT = perdas totais, (kg.ha⁻¹).

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o programa computacional SAEG 9.0. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

As perdas naturais foram analisadas em função do espaçamento entre linhas de semeadura e as perdas na plataforma de colheita foram analisadas em função dos espaçamentos entre linhas de semeadura e das velocidades de deslocamento da colhedora, considerando um fatorial 2 x 3.

As perdas nos mecanismos internos foram avaliadas em função da velocidade de deslocamento da colhedora e da abertura do côncavo. Sendo considerado o fatorial 3 x 3. As perdas totais e as perdas ocasionadas pela colhedora foram analisadas em função do espaçamento entre linhas de plantio, da velocidade de deslocamento da colhedora e da abertura do côncavo, considerando um fatorial 2 x 3 x 3.

Resultados e Discussão

Os valores médios correspondentes ao coeficiente de variação, ao diâmetro das espigas, a altura de inserção da primeira espiga e ao teor de umidade dos grãos no momento da colheita são apresentados na Tabela 1. Observa-se pelos baixos valores do coeficiente de variação, que o material experimental estava uniforme.

Na Tabela 2 são apresentados dados referentes às perdas na plataforma de colheita em função da velocidade de deslocamento da colhedora. Observa-se que as velocidades de 1,8 km.h⁻¹ e 3,5 km.h⁻¹ apresentaram a maior e a menor perda ocasionada na plataforma de colheita, respectivamente, contudo, Souza et al. (2006) observaram que as velocidades de deslocamento de 1,2 km.h⁻¹, 1,5 km.h⁻¹ e 2,45 km.h⁻¹ não apresentaram diferenças nas perdas ocasionadas na plataforma de colheita.

Tabela 1. Coeficientes de variação (CV) referentes ao diâmetro da espiga (mm), a altura da inserção da primeira espiga (cm) e ao teor de água dos grãos de milho (%), cultivado em espaçamentos convencional e reduzido.

Bloco	Espaçamento	Diâmetro da espiga		Altura da inserção da primeira espiga		Teor de água dos grãos	
		Média	CV	Média	CV	Média	CV
1	0,45 m	49,11	4,90	85,67	10,55	21,52	8,63
1	0,90 m	50,51	8,14	74,82	12,19	21,32	5,30
2	0,45 m	49,76	5,64	83,47	16,38	20,29	5,78
2	0,90 m	50,18	6,94	90,76	9,65	19,56	7,57
3	0,45 m	50,58	3,84	78,22	8,60	20,27	6,31
3	0,90 m	53,64	5,22	88,24	9,55	19,64	6,87

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 2. Perdas na plataforma de colheita de milho, cultivado em espaçamentos convencional e reduzido, em função da velocidade de deslocamento da colhedora.

Velocidade de deslocamento da colhedora (km h ⁻¹)	Perda (kg ha ⁻¹)
1,8	279,08 A
3,5	121,33 B
4,1	250,66 AB

Médias seguidas por mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Elaboração dos autores.

O fato das menores velocidades provocarem vibração na planta de milho pode fazer com que a espiga se desprenda da planta antecipadamente e acabe caindo fora da plataforma de colheita, ocasionando as perdas por espigas. À medida que a velocidade cresce, as perdas diminuem até chegar a um ponto ótimo. Depois desse ponto, o acréscimo de velocidade de deslocamento na máquina provoca impacto mais forte sobre a planta, ocasionando o desprendimento da espiga da planta e fazendo com que essa seja arremessada fora da plataforma de colheita. Segundo Portella (2001), é na plataforma de colheita onde ocorrem as maiores perdas, pois podem ocorrer perdas por espigas para fora da plataforma e grãos debulhados devido ao impacto da colhedora na planta.

Com a utilização de uma plataforma adaptada para espaçamento convencional em espaçamento reduzido, as perdas na plataforma de colheita foram superiores quando comparadas ao espaçamento convencional, resultado encontrado também por Hanna, Kohl e Haden (2002), que obtiveram perda

total de 580 kg.ha⁻¹ utilizando uma colhedora com plataforma convencional em campo cultivado com espaçamento convencional. Porém, quando utilizado uma plataforma de colheita regulada para espaçamento convencional em campo cultivado em espaçamento reduzido a perda total foi de 1.760 kg.ha⁻¹.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de perdas ocorridos nos mecanismos internos em função da velocidade de deslocamento da colhedora. Observa-se que a velocidade de 3,5 km.h⁻¹ proporcionou a maior perda. Como essa velocidade provocou as menores perdas na plataforma de colheita o volume de material nos sistemas de trilha foi maior quando comparado com as outras velocidades, podendo ser este um motivo para as maiores perdas nos mecanismos internos. No entanto, Souza et al. (2006) mesmo não encontrando influência da velocidade nas perdas na plataforma de colheita, concluíram que as menores perdas ocasionadas nos mecanismos internos ocorreram para uma velocidade de 1,5 km.h⁻¹.

Tabela 3. Perdas nos mecanismos internos em função da velocidade de deslocamento da colhedora.

Velocidade de deslocamento da colhedora (km h ⁻¹)	Perda (kg h ⁻¹)
1,8	205,42 B
3,5	384,26 A
4,1	162,47 B

Médias seguidas por mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Elaboração dos autores.

Na Tabela 4, são apresentados os resultados de perdas ocorridos nos mecanismos internos em função da abertura do côncavo. Observa-se que as maiores perdas ocorreram quando a abertura foi de 30 mm e que as aberturas de 25 mm e 35 mm não diferiram estatisticamente a 5% de significância, resultado diferente ao de Portella (2001) que encontrou as menores perdas ocasionadas nos mecanismos internos quando se utilizou a abertura de 25 mm entre o côncavo e o cilindro debulhador.

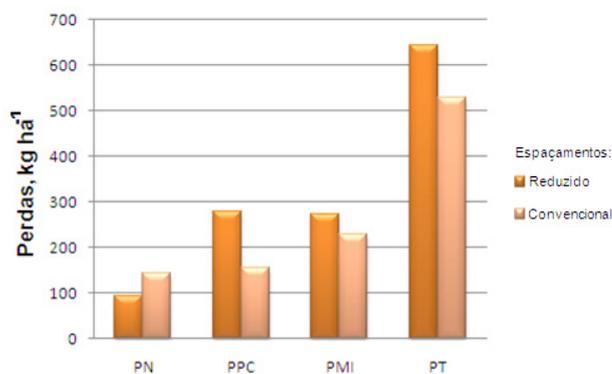
Na Figura 1 são apresentados os valores das perdas naturais (PN), na plataforma de colheita (PPC), nos mecanismos internos (PMI) e total (PT), em função dos espaçamentos entre linhas de semeadura. Observa-se que no espaçamento reduzido entre linhas de semeadura ocorreram os menores valores de perdas naturais. Isso pode ser justificado pelo fato deste espaçamento ter proporcionado melhor arranjo espacial das plantas, diminuindo os impactos causados pela ação de agentes naturais, como o vento e a chuva.

Tabela 4. Perdas nos mecanismos internos em função da abertura do côncavo, durante a colheita do milho cultivado em espaçamentos convencional e reduzido.

Abertura entre o côncavo e o cilindro debulhador (mm)	Perdas (kg há ⁻¹)
25	177,47 B
30	438,05 A
35	136,63 B

Médias seguidas por mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 1. Perdas natural (PN), na plataforma de colheita (PPC), nos mecanismos internos (PMI) e total (PT) do milho cultivado em espaçamentos convencional e reduzido.

Fonte: Elaboração dos autores.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados da perda total em função da interação entre a abertura do côncavo e o espaçamento entre linhas de semeadura. Verifica-se que a abertura de 25 mm,

no espaçamento reduzido, causou menor perda, enquanto que, no espaçamento convencional não ocorreram diferenças significativas.

Tabela 5. Valores da perda total (kg ha⁻¹) em função da abertura do côncavo e do espaçamento entre linhas do milho cultivado em espaçamentos convencional e reduzido.

Abertura do côncavo (mm)	Espaçamento (m)	
	0,45	0,90
25 mm	450,63 A b	519,90 A a
30 mm	792,30 A a	537,32 B a
35 mm	650,31 A a	560,16 A a

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Elaboração dos autores.

A regulagem de 25 mm, no espaçamento reduzido, foi a que proporcionou a menor perda total. O estreitamento entre o côncavo e o cilindro debulhador fez com que a força para separar os grãos do sabugo aumentasse de tal forma a ocorrer debulha mais intensa. Com isso, a quantidade de grãos lançados para fora da colhedora foi menor.

Com relação à interferência do espaçamento na perda total em função da abertura do côncavo, nota-se que a redução foi significativa, somente quando se utilizou a abertura de 25 mm na colheita de milho cultivado em espaçamento convencional.

Os dados de perda devido à ação da colhedora estão apresentados na Tabela 6. Observa-se que os resultados seguiram a mesma tendência da perda

total. Constata-se que as aberturas de 30 e 35 mm, quando se utilizou o espaçamento reduzido, apresentaram os maiores valores das perdas ocasionadas pela colhedora. No espaçamento convencional, não ocorreu diferença significativa para as diferentes aberturas. Essas aberturas, também propiciaram maiores perdas quando do côncavo se utilizou o espaçamento reduzido.

A utilização de uma plataforma de colheita específica para espaçamento convencional em campo cultivado com espaçamento reduzido proporciona um aumento significativo nas perdas ocorridas na plataforma de colheita. Esse aumento pode justificar o fato de as perdas totais serem maiores quando se utilizou o espaçamento reduzido.

Tabela 6. Valores das perdas (kg há⁻¹) devidos aos mecanismos internos colhedora, em função da abertura do côncavo e o espaçamento entre linhas de milho cultivado em espaçamento reduzido e convencional.

Abertura do côncavo (mm)	Espaçamento (m)	
	0,45	0,90
25mm	356,46 A b	376,24 A a
30mm	739,24 A a	394,16 B a
35mm	556,14 A ab	384,22 B a

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5%.

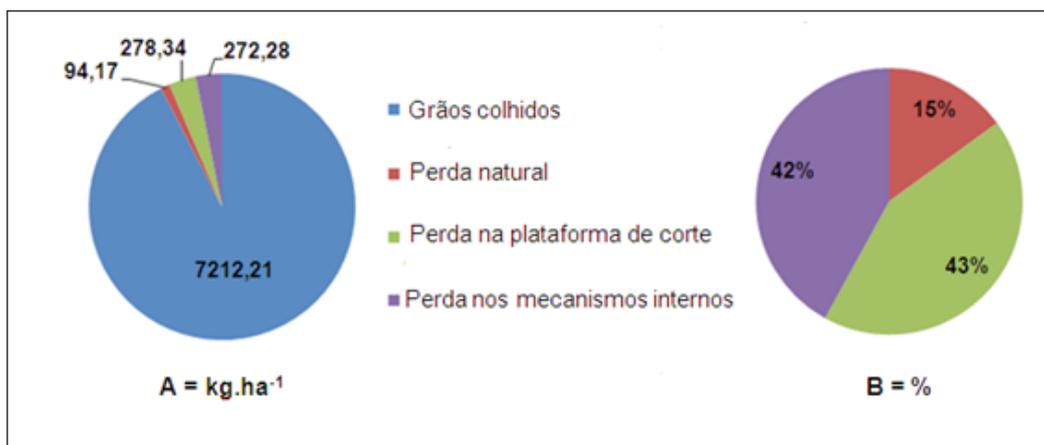
Fonte: Elaboração dos autores.

Os valores de produtividade, considerando o somatório das perdas natural, na plataforma de corte e nos mecanismos internos mais os grãos que foram colhidos das plantas de milho cultivadas nos espaçamento de 0,45m e 0,90m, são apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

Observa-se na Figura 2 que a produtividade de 7.857,1 kg.ha⁻¹ e a perda total foram de 644,79 kg.ha⁻¹, ou seja, nos tratamentos em que se utilizou o espaçamento reduzido a perda total

representou 8,21% da produtividade. Verifica-se ainda, que as perdas naturais, na plataforma de colheita e nos mecanismos internos, representaram 15, 43 e 42% da perda total, respectivamente. Na Figura 3, verifica-se que a produtividade foi de 7.225 kg.ha⁻¹. A perda total foi de 528,23 kg.ha⁻¹, ou seja, para os tratamentos onde foi utilizado o espaçamento de 0,90m, a perda total representou 7,31% da produtividade. Também, nota-se que as perdas naturais, na plataforma de colheita e nos mecanismos internos representaram 28, 29 e 43% da perda total, respectivamente.

Figura 2. Distribuição dos dados em kg ha⁻¹ (A), dos grãos colhidos e das perdas natural, na plataforma de corte e nos mecanismos internos e distribuição das perdas em porcentagem (B), obtidas quando as plantas de milho foram cultivadas no espaçamento reduzido.



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 3. Distribuição em kg ha⁻¹ (A), dos grãos colhidos e das perdas natural, na plataforma de corte e nos mecanismos internos e distribuição das perdas em porcentagem (B), obtidas quando as plantas de milho foram cultivadas no espaçamento convencional.



Fonte: Elaboração dos autores.

Conclusões

As perdas naturais foram maiores nos tratamentos com espaçamento convencional, porém as perdas na plataforma de colheita apresentaram os menores valores utilizando esse espaçamento na velocidade de 3,5 km.h⁻¹.

As maiores perdas ocorridas nos mecanismos internos da colhedora ocorreram quando se utilizou abertura do côncavo de 30 mm a uma velocidade de 3,5 km.h⁻¹.

As perdas totais representaram 8,2% e 7,3% da produtividade média nos espaçamentos de 0,45 m e 0,9 m respectivamente.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE CEREAIS – ANEC. *Área, estatísticas*. 2010. Disponível em: <<http://www.anec.com.br/links.html>>. Acesso em: 15 set. 2011.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. G.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. *Manejo da cultura do milho*. Sete Lagoas, MG: Embrapa, dez. 2006. (Circular técnica, 87).

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.

HANNA, H. M.; KOHL, K. D.; HADEN, D. A. Machine losses from conventional versus narrow row corn harvest. *Power & Machinery Division of ASAE*, St. Joseph, v. 18, n. 4, p. 405-09, jun. 2002.

MANTOVANI, E. C. Colheita mecânica do milho. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Colheita mecânica, secagem e armazenamento do milho*. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 1-24. (Serie técnica, 2).

PORTELLA, J. A. *Colheita de grãos mecanizada – implementos, manutenção e regulagem*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 190 p.

SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; REIS, E. F.; ALVES SOBRINHO, T. Perdas na colheita Mecanizada de milho em agricultura Familiar da zona da mata mineira. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 280-290, 2006.

STAGGENBORG, S. A.; DHUYVETTER, K. C.; GORDON, W. B. Grain sorghum and corn comparisons: yield, economic, and environmental responses. *Journal of Agronomy*, Madison, v. 100, n. 5, p. 1600-1604, 2008.

THARP, B. E.; KELLS, J. J. Effect of glufosinate-resistant corn (*Zea mays*) population and row spacing on light interception, corn yield, and common lambsquarters (*Chenopodium album*) growth. *Weed Technol.*, Lawrence, v. 15, n. 3, p. 413-418, 2001.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. *Area, yield, and production*. 2010. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 15 set. 2011.

