



**Atributos agronômicos e perdas na colheita mecanizada de milho em função do manejo da cultura de cobertura**

***Agronomic traits and grains losses in the corn mechanical harvesting as a function of cover crop management***

**Rafael Scabello Bertonha<sup>1</sup>, Rouverson Pereira da Silva<sup>1</sup>, Carlos Eduardo Angeli Furlani<sup>1</sup>, José Maria do Nascimento<sup>2</sup>, Cristiano Zerbato<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônomicas e Veterinárias (FCAV), Departamento de Engenharia Rural, , Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: rafaelbertonha@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Aquidauana, Aquidauana, MS

Recebido em: 17/07/2014

Aceito em: 12/06/2015

**Resumo.** É importante conhecer os tipos de manejos de culturas de cobertura antes de se iniciar a implantação da cultura principal, pois estes podem influenciar na produtividade de grãos, bem como no processo de colheita mecanizada, ocorrendo perdas expressivas que reduzem a rentabilidade do produtor. Objetivou-se avaliar os atributos agronômicos e as perdas na colheita mecanizada do milho em função do manejo da cultura de cobertura. O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho Eutroférico, sendo a cultura do milho instalada sobre palhada de sorgo em sistema plantio direto, com espaçamento entre fileiras de 0,90 m, em delineamento em blocos ao acaso com três sistemas de manejo de cobertura (rolo faca, triturador de palhas e químico) e oito repetições. As perdas na colheita e os atributos agronômicos do milho não foram influenciadas pelos tipos de manejos. As perdas de grãos na colheita mecanizada de milho situaram-se abaixo dos valores considerados admissíveis para esta cultura.

**Palavras-chave:** colhedora, máquinas agrícolas, taxa de alimentação

**Abstract.** It is very important to know the types of cover crop managements before starting the deployment of the main crop, because these can influence the grain yield as well as the mechanical harvesting process, occurring losses that may reduce the profitability of the producer. This study aimed to evaluate the agronomic traits of corn and losses in mechanical harvesting of this crop, according to cover crop management. The experiment was conducted in Eutroferric Red Latosol, with corn crop planted on sorghum straw in no-tillage system, with row spacing of 0.90 m. We used a randomized blocks design, with three cover crop management (crimper-roller, mower-crusher and chemical), and 8 replications. The management type did not influence crop losses and variables related to agronomic traits of corn. The grain losses in mechanical corn harvesting showed below the levels considered acceptable for this crop.

**Keywords:** agricultural machines, combine harvester, feeding rate

### **Introdução**

A colheita é a operação final de campo do processo produtivo, e por isso os fatores que interferem na mesma devem ser observados e avaliados atentamente para reduzir ao mínimo as perdas nessa etapa (Cortez et al., 2009). Na colheita mecanizada de milho, podem ocorrer perdas que reduzem a produtividade, diminuem a rentabilidade e podem causar grandes prejuízos ao produtor (Bertonha et al., 2012).

O manejo dos restos culturais remanescentes nas áreas de cultivo depende do sistema de cultivo a ser adotado e, para cada sistema, deve ser usado o equipamento mais adequado (Prado et al., 2002). Araújo et al. (2001) relatam que, para o manejo de resíduos de milho, soja e trigo, o picador e o distribuidor de palhas acoplados às colhedoras automotrizes constituem um método eficiente e de baixo custo para o manejo destes resíduos.



Outra forma de manejo das coberturas de solo utilizada é a química, ou seja, feita por meio da aplicação de herbicidas não seletivos, porém de alto custo. Outros fatos a considerar são as perdas por volatilização e fotodecomposição, devido ao bloqueio causado pelos resíduos sobre a superfície do solo, contudo, o próprio resíduo auxilia no controle de plantas invasoras nos preparos conservacionistas (Locke & Bryson, 1997).

No que se refere ao manejo mecânico de restos culturais e culturas de cobertura, Dorn et al. (2013) apontam que o uso de rolo faca possibilita a diminuição do uso de herbicidas, mas não é capaz de conter plantas daninhas, podendo prejudicar a cultura principal, sendo necessário a combinação do manejo mecânico (rolo faca) com o manejo químico (herbicidas). Já Borsatto et al. (2006) verificaram que, tipos de coberturas do solo e seus respectivos manejos, não influenciaram nas perdas na colheita e nos fluxos de grãos, fluxo de material não grão colhido e total na colheita de milho.

Diante destes relatos, objetivou-se avaliar os atributos agrônômicos e as perdas na colheita mecanizada de milho em função do manejo da cultura de cobertura.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado no Departamento de Engenharia Rural da UNESP de Jaboticabal, no Estado de São Paulo, localizado próximo das coordenadas geodésicas: latitude  $21^{\circ}14'S$  e longitude  $48^{\circ}16'W$ , com altitude média de 510 m, declividade média de 4% e clima Aw (subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico (Andrioli & Centurion, 1999), apresentando  $469 \text{ g kg}^{-1}$  de argila,  $307 \text{ g kg}^{-1}$  de silte e  $224 \text{ g kg}^{-1}$  de areia.

Para a instalação do experimento, utilizou-se como cultura principal o milho (híbrido DKB 390), sobre palhada de sorgo (híbrido precoce 85G79), em sistema plantio direto, semeado com 5,3 sementes  $\text{m}^{-1}$  e espaçamento entre fileiras de 0,90 m. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso com três sistemas de manejo de cobertura (rolo faca, triturador de palhas e manejo químico – aplicação de herbicida), com 8 repetições. Cada unidade experimental possuiu  $25 \times 3,6 \text{ m}$ , sendo considerados 15 m entre parcelas para realização de manobras e estabilização das máquinas.

Para o manejo químico do sorgo utilizou-se o herbicida Glyphosate na dose de  $5 \text{ L ha}^{-1}$  e volume de calda de  $280 \text{ L ha}^{-1}$ . No manejo mecânico do sorgo foram utilizados um rolo-faca com 13 facas dispostas em sua periferia, largura de corte de 2,1 m e massa com lastro de 720 kg, e um triturador de palhas tratorizado, da marca Jumil, montado, com rotor horizontal de 61 cm, largura de corte de 2,3 m, 32 pares de facas curvas oscilantes e reversíveis, sistema de regulação de altura de corte e massa de 735 kg.

A operação de semeadura do milho foi executada utilizando-se semeadora-adubadora com mecanismos dosadores de sementes do tipo pneumático operando com quatro fileiras, tracionada por um trator Valtra, modelo BM 100, 4x2 TDA, com potência de 73,6 kW (100 cv) no motor.

A colheita do milho foi realizada com a colhedora da marca John Deere, modelo 1165, com potência de 103 kW (140 cv), com abertura entre cilindro e côncavo de 23 mm, rotação do cilindro de 600 rpm e plataforma de 3,8 m de largura, com capacidade para colher 4 fileiras simultâneas, operando à velocidade de trabalho de  $3,6 \text{ km h}^{-1}$ .

Para avaliação dos atributos agrônômicos do milho foram considerados intervalos de 10 m, tomando-se por base as duas fileiras centrais, obtendo-se a média das observações, sendo avaliadas:

- Altura de plantas e de inserção da primeira espiga: determinadas uma semana antes da colheita, com auxílio de uma trena de aço graduada em milímetros. A altura das plantas foi medida do solo até a inserção da folha bandeira, enquanto as medidas de altura de inserção da primeira espiga foram tomadas por meio da distância entre o solo e a inserção da primeira espiga.

- Diâmetro do colmo: foi determinado com o auxílio de um paquímetro digital, graduado em décimos de milímetros, tomando-se como local de leitura o colmo da planta logo acima das raízes adventícias. Foram realizadas duas medidas, em posições perpendiculares entre si, calculando-se posteriormente o diâmetro médio.

- Produtividade de grãos: foram coletadas as espigas da área útil de cada parcela e as mesmas trilhadas com auxílio de trilhadora mecânica. Os grãos foram separados, pesados, os valores foram corrigidos para a base úmida de 13%, e em seguida, extrapolados para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Os atributos avaliados no desempenho da colheita foram:

- Matéria seca: para coleta desse material, após a passagem da colhedora, lançou-se uma armação metálica construída com tela de arame com malha fina, de lados iguais, com área de 0,5 m<sup>2</sup>, disposta aleatoriamente por três vezes, coletando-se todo material encontrado em seu interior, sendo posteriormente trilhado. Este material (grãos, palha e sabugo) foi acondicionado em sacos de papel identificados e encaminhados ao laboratório e, após a verificação de massa, as amostras foram levadas à estufa, mantidas à aproximadamente 105°C, por um período de 48 horas até a obtenção da massa seca decada amostra. A matéria seca foi determinada com o intuito de se obter o fluxo de material não grão colhido (MOG) e a massa de grãos. Para a determinação da quantidade de MOG considerou-se todo o material coletado nas armações e seco em estufa e, dos valores obtidos, retirou-se apenas o que representava a quantidade de grãos, sendo o restante enquadrado como material não grão.

Com o material colhido, constituído por MOG associado aos grãos, determinou-se o fluxo de alimentação da colhedora de acordo com as equações 1, 2 e 3.

$$\varphi_T = \frac{L.v.MS_T}{10000} \quad (1)$$

$$\varphi_{MOG} = \frac{L.v.MS_{MOG}}{10000} \quad (2)$$

$$\varphi_G = \frac{L.v.MS_G}{10000} \quad (3)$$

em que:  $\varphi$  = fluxo de alimentação (T: total, MOG ou G: grãos) em kg s<sup>-1</sup>; L = largura de trabalho da colhedora, em m; v = velocidade de deslocamento da colhedora, em m s<sup>-1</sup>; MS = massa seca (total, MOG ou grãos) em kg ha<sup>-1</sup>; 10000 = fator de adequação de unidades.

- perda de grãos na colheita: utilizou-se uma armação de madeira com área de 2 m<sup>2</sup> (3,60 x 0,56 m), colocada no sentido transversal a semeadura, conforme metodologia de Mesquita & Gaudêncio (1982), posicionando-se a armação sobre o solo, após a passagem da colhedora.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F de Snedecor e quando houve significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se os programas estatísticos Sisvar (Ferreira, 2011) e Assistat.

### Resultados e Discussão

Observa-se que os atributos não diferiram estatisticamente em função dos manejos, considerando estes métodos como recomendáveis para o manejo do sorgo como cultura de cobertura em sucessão com a cultura do milho (Tabela 1). Grotta et al. (2006) trabalhando com crotalaria juncea (*Crotalaria juncea* L.) e mucuna cinza (*Stizolobium niveum*), como culturas de cobertura para milho, encontraram valores menores para altura de inserção da primeira espiga, sendo 1,09 e 1,10 m, respectivamente (Tabela 1).

**Tabela 1.** Síntese da análise de variância para as variáveis altura de plantas, diâmetro de colmo e altura de inserção da primeira espiga.

Manejos	Altura de Plantas (m)	Diâmetro de Colmo (mm)	Altura de Inserção da 1ª Espiga (m)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Rolo faca	2,08	19,0	1,21	9616
Triturador	2,09	18,0	1,23	9837
Herbicida	2,04	18,0	1,18	10055
Teste F	1,10 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	2,32 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>
CV %	4,2	5,4	4,4	10,5

ns: não significativo (p > 0,05); CV: coeficiente de variação.

Os dados de produtividade (Tabela 1) não diferiram em relação aos manejos utilizados, devido ao desempenho das máquinas e do tratamento químico ser semelhante. Loureiro et al. (2012) avaliando as perdas quantitativas na colheita mecanizada do milho observaram produtividade de

grãos de 7.225 kg ha<sup>-1</sup>, abaixo dos resultados do presente trabalho. Moraes et al. (2013) avaliando o desempenho do milho em função do manejo de coberturas, encontraram valores médios de produtividade de 2.759 e 2.711 kg ha<sup>-1</sup> para manejo com roçadora e aplicação de glyphosate,



respectivamente, em azevém (*Lolium multiflorum* Lam) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.). O sorgo como cultura de cobertura não interferiu na cultura do milho, independentemente do tipo de manejo, podendo-se considerar que o rolo-faca, o triturador de palhas e a dessecação por herbicida são eficientes, pois a cultura de cobertura não interferiu no desenvolvimento da cultura principal. De acordo com Moraes et al. (2009), a influência do manejo da cobertura de solo na produtividade de grãos depende da cultura de cobertura utilizada. Estes autores verificaram que o efeito da aplicação de herbicida aumentou a produtividade do milho, independentemente da cultura de cobertura ou do manejo adotado.

Pode-se observar que não houve diferença para os fatores analisados (Tabela 2). As perdas foram da ordem de 0,17%, o que corresponde a 15,7 kg ha<sup>-1</sup>, próximo dos valores observados por Tabile et al. (2008) que encontraram valores de 0,46 e 1,08% nas perdas por mecanismos internos da colhedora. Grotta et al. (2006) trabalhando com a mesma colhedora também não encontraram diferença para o fluxo de material colhido, encontrando resultados próximos aos observados no presente trabalho. Os valores de perdas situam-se abaixo do recomendado para a colheita de milho, que não devem ultrapassar 2% (Molin et al., 1998) e 1,5 sacos ha<sup>-1</sup> (Embrapa, 1998).

**Tabela 2.** Síntese da análise os atributos perdas de grãos na colheita, fluxo de material não grão (MOG), fluxo de grãos e fluxo total.

Manejo	Perdas (kg ha <sup>-1</sup> )	Fluxo (kg s <sup>-1</sup> )		
		MOG	Grãos	Total
Rolo faca	23,0	1,3	3,7	5,0
Triturador	10,9	1,1	3,7	4,8
Herbicida	13,1	1,3	3,8	5,1
Teste F	1,44 <sup>ns</sup>	1,54 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>
CV %	59,0	30,1	10,5	12,1

ns: não significativo (p > 0,05); CV: coeficiente de variação.

Com relação aos altos valores encontrados para o coeficiente de variação (Tabela 2), estes podem ser justificados pela alta variabilidade da amostra observada em alguns estudos sobre perdas na colheita realizados em condições de campo (Grotta et al., 2006; Campos et al., 2005; Mesquita et al., 2002; Mesquita et al., 2001).

A não ocorrência de diferenças para os fluxos de material colhido (MOG, grãos e total) reflete a não interferência dos tratamentos na produção de matéria seca, não interferindo também nas perdas na colheita, concordando com Silva et al. (2005) que verificaram a relação entre o fluxo de grãos e as perdas.

### Conclusões

Os manejos para culturas de cobertura não afetam os atributos agrônômicos do milho, como as perdas de grãos e fluxo de material colhido.

As perdas na colheita mecanizada de milho situaram-se abaixo dos valores considerados admissíveis para esta cultura.

### Referências

- ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: 27º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Brasília. **Anais...**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 1 CD-ROM
- ARAÚJO, A.G.; CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. **Mecanização do plantio direto: problemas e soluções**. Londrina, Instituto Agrônômico do Paraná. 18p. 2001. (Informe da pesquisa, nº 137).
- BERTONHA, R.S.; SILVA, R. P.; BARROZO, L.M.; CAVICHIOLI, F.A.; CASSIA, M.T. Perdas e desempenho de sementes de milho em dois sistemas de preparo do solo e velocidades de deslocamento da colhedora. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 3, p. 243-253, 2012.
- BORSATTO, E.A.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R. P.; MELLO, A. J. R.; CORTEZ, J.W.;



- REIS, G. N. Perdas quantitativas na colheita do milho (*Zea mays L.*) em diferentes manejos e coberturas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2006. 1 CD.
- CAMPOS, M.A.O.; SILVA, R.P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H.C.B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 207-213, 2005.
- CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E. A.; SILVA, R.P. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 277-287, 2009.
- DORN, B.; STADLER, M.; HEIJDEN, M.; STREIT, B. Regulation of cover crops and weeds using a roll-chopper for herbicide reduction in no-tillage winter wheat. **Soil & Tillage Research**, v. 134 p. 121-132, 2013.
- FERREIRA D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p.1039-1042, 2011.
- GROTTA, D.C.C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; CORTEZ, J.W. Cultura do milho em diferentes profundidades de deposição de adubo sobre duas culturas de cobertura. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 65-71, 2006.
- LOCKE, M.A.; BRYSON, C. T. Herbicide-soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems. **Weed Science**, v. 45 p. 307-320, 1997.
- LOUREIRO, D.R.; FERNANDES, H.C.; TEIXEIRA, M.M.; LEITE, D.M.; COSTA, M.M. Perdas quantitativas na colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamentos reduzido e convencional. **Semina**, v. 33, n. 2, p. 565-574, 2012.
- MESQUITA, C.M.; GAUDÊNCIO, C.A. **Medidor de perdas na colheita de soja e trigo**. Com. Tec. Cent. Nac. Pesq. Soja/EMBRAPA, n. 15, p. 1-8, 1982.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; MANTOVANI, E.C.; ANDRADE, J.G.M.; FRANÇA NETO, J.B.; SILVA, J.G.; FONSECA, J.R.; PORTUGAL, F.A.F.; GUIMARÃES SOBRINHO, J.B. **Manual do produtor: Como evitar desperdícios nas colheitas da soja, do milho e do arroz**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. p.19-22.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal - SP, v.21, n.2, p.197-205, 2001.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: safra 1998/1999. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal - SP, v.22, n.3, p.398-406, 2002.
- MOLIN, J.P.; OLIVEIRA, M.D.A.; MAZZOTTI, H.C. Método volumétrico para estimativa de perdas na colheita na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas: **Anais...**, Lavras - MG: UFLA/SBEA, 1998, p.184-186.
- MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; VIGNOLO, G. K.; SANTOS, L. S.; PANOZZO, L. E. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 289-296, 2009.
- MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E.; OLIVEIRA, C.; VIGNOLO, G. K.; MARKUS, C. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas e desempenho produtivo da cultura do milho. **Semina**, v. 34, n. 2, p. 497-508, 2013.
- PRADO, R.M.; NATALE, W.; FURLANI, C.E.A. Manejo mecanizado de atividades para a implantação de culturas. 1. ed. Jaboticabal: SBEA, 2002. 99p.
- TABILE, R. A.; TOLEDO, A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; GROTTA, D. C. C.; CORTEZ, J. W. Perdas na colheita de milho em função da rotação do cilindro trilhador e umidade dos grãos. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 505-510, 2008.
- SILVA. R. P.; GIRO. G.; FURLANI. C.E.A.; LOPES. A. Influência do manejo de culturas de cobertura nas perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja. In: CONGRESSO





***Revista Agrarian***

ISSN: 1984-2538

Comunicação Científica

BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA,  
34., 2005, Canoas – RS. **Anais...**, Canoas:  
Engenharia Agrícola, 2005. 1 CD – ROM