

## PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DO MILHO (*Zea Mays*) EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE E ROTAÇÃO DO CILINDRO TRILHADOR

Felipe Bueno Alves<sup>1</sup>,  
Luiz Cesar Lopes Filho<sup>2</sup>,  
Flávio Henrique Ferreira Gomes<sup>3</sup>,  
Josué Gomes Delmond<sup>4</sup>

### Resumo

O milho é uma planta da família *Poaceae*, originária das regiões do continente Americano, sendo popular por toda a extensão do continente para os mais diversos fins. Devido a sua importância comercial e a necessidade de aumentar a eficiência durante a colheita, é necessário reduzir as perdas ante ao aumento na demanda mundial por alimentos. O trabalho foi realizado em uma propriedade agrícola privada, com o objetivo de avaliar perda de grãos que ocorre durante a colheita. O estudo foi efetuado em blocos casualizados na proporção de três repetições no qual foram avaliadas as perdas em função dos fatores: velocidade de colheita (4, 5 e 6 km h<sup>-1</sup>) e rotação do cilindro trilhador (5 rpm, 6 rpm e 7 rpm). Os parâmetros avaliados foram: perdas ocorridas no solo, taxa de cobertura e fluxo de Alimentação. A análise de regressão, nos mostra que na avaliação das perdas apenas o fator da rotação do cilindro trilhador foi relevante com teste F a 5% de probabilidade, a taxa de cobertura não foi influenciada a partir fatores analisados e o fluxo de alimentação foi influenciado pela velocidade de colheita com teste de F a 10% de probabilidade.

Palavras – chave: taxa de cobertura, fluxo de alimentação, *Zea mays*.

---

<sup>1</sup> Eng. Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás. E-mail: fbabueno2@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo pelo Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde e Aluno do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias – Agronomia no Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde. E-mail: lopesfilholuizcesar@gmail.com.

<sup>3</sup> Eng. Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás e Aluno do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias – Agronomia no Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde. E-mail: flaviohenriquefg@hotmail.com.

<sup>4</sup> Eng. Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás, Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás. Professor do curso de Eng. Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás – Unidade Santa Helena de Goiás. E-mail: engagricolajosue@gmail.com.

## **LOSSES FROM MECHANIZED HARVESTING IN CORN (ZEA MAYS) DUE TO THE SPEED AND ROTATION OF THE THRESHING CYLINDER**

### **Abstract**

Corn is a plant is a family Poaceae, originating from regions of the Americas, being popular throughout the length of the continen for various purposes. Due to its financial importance and the need to increase efficiency at harvest time, it is necessary to reduce losses compared to the increase of the global demand for food. The study was conducted in a private farm, in order to evaluate the determinants in grain loss that occurs at harvest time. The study was conducted in randomized blocks in the proportion of three replications which evaluated factors: speed of rotation of the harvest (4 km.h-1, 5 km.h-1 e 6 km.h-1) and threshing cylinder ( 5 rpm, 6 rpm e 7 rpm). The parameters evaluated were: losses occurred in soil, coverage rate and flow power. Regression analysis shows us that, the only factor in the loss was the rotation of the threshing cylinder with F test was significant at 5% probability, the coverage rate was not influenced by any of the factors analyzed and feed flow was influenced by the speed of harvesting the F test probability at 10%.

Keywords : coverage rate, feed flow, Zea mays.

## 1. INTRODUÇÃO

*Zea mays* conhecido popularmente como milho é uma espécie da família *Poaceae*, nativa das Américas e encontrado por todo o continente em diferentes variedades. Seu porte pode variar de acordo com a variedade escolhida. Usado principalmente como fonte de alimento, tanto humano e animal, além de matéria prima para vários complexos agroindustriais (FANCELLI e DOURADO, 2000). O milho é um dos principais cereais consumidos no Brasil, cultivado em quase todo o país, passando por todos os estados do Centro Sul, esta cultura é largamente cultivada e consumida, de diversas maneiras: *in natura*, na forma de farinha, bolos, doces e pães. Pode ser usado ainda nas propriedades rurais como importante fonte de alimentação animal.

De todas as plantas, o milho é o mais estudado do ponto de vista genético, graças à existência de grande variabilidade de caracteres em todas as partes da planta e as seguintes particularidades genéticas: as inflorescências masculinas e femininas são separadas, o que facilita muito as polinizações experimentais controladas; o número de sementes obtidas de uma só polinização manual é grande; é uma planta anual que pode ser cultivada no campo e em estufas; a existência de muitos caracteres hereditários que se manifestam nas sementes e nas plantas novas, o que facilita a análise de grande número de indivíduos.

O milho é considerado uma monocotiledônea, pertencente á tribo das maídeas, as quais apresentam flores unissexuadas. Seu colmo se assemelham ao da cana de bambu e os entrenós normalmente podem ser de 7 polegadas. O milho tem uma forma distinta de crescimento, as folhas mais baixas sendo mais chatas, geralmente de 50 a 100 centímetros de comprimento e 5 a 10 centímetros de largura, os caules são eretos, convencionalmente 2 a 3 metros de altura, com muitos nós, com um par de folhas em cada nó. Elas crescem cerca de 3 milímetros por dia (GAUTAM, 2011). O milho pode ser cultivado em diferentes tipos de solos, sendo que os que terão rendimentos mais elevados serão os solos mais profundos, férteis, com boa drenagem e aeração.

O ciclo de desenvolvimento do milho tem aproximadamente 140 dias de duração, ou seja, seis meses após a germinação, quando o milho apresentar menos de 15% de umidade,

procede-se então a colheita quando o caule está seco, as espigas não se deixam torcer e os grãos não ficam marcados quando se pressionam. É indispensável que a colheita seja planejada antes mesmo de se iniciar o plantio, para se evitar estrangulamento da atividade.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 72,73 milhões de toneladas na safra 2011/2012. O estado de Goiás com uma área plantada de 1241,9 ha na safra 2011/2012 obteve uma produção total de 8,57 milhões de toneladas, representando 11,77% da produção nacional, tendo esta uma produtividade média  $8.000 \text{ kg ha}^{-1}$  na primeira safra anual, e  $6.043 \text{ kg ha}^{-1}$  na segunda, ficando em ambas acima da média nacional ( $4.480 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $5.116 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (CONAB, 2012).

No processo de colheita mecanizada as perdas podem ocorrer devido a vários fatores. Estas, se não monitoradas, comprometem a produtividade e a rentabilidade do processo produtivo, tornando necessário investigar as perdas durante a colheita mecânica do sistema produtivo para a obtenção de parâmetros que possibilitaram uma maior rentabilidade no processo.

Dentre os mecanismos que constituem a colhedora combinada, aqueles formados pelo sistema de trilha são considerados os mais complexos, especialmente por serem responsáveis pela trilha e separação parcial do produto. Tanto o sistema de trilha quanto o sistema de corte, separação e limpeza apresentam perdas de grãos altamente influenciáveis pela taxa de alimentação da colhedora e das condições da cultura. Estas perdas são consideradas comuns, porém a maior produtividade e lucro se associa diretamente a redução máxima de tais perdas.

O estudo de metodologias de regulação da colhedora, assim como o uso de novos mecanismos para potencializar o desempenho da máquina, são alguns dos meios utilizados para reduzir a níveis técnicos e economicamente aceitáveis tais perdas ocorridas na hora da colheita. De acordo com Embrapa (2011), a velocidade ideal de colheita do milho é entre  $4\text{km.h}^{-1}$  e  $6\text{km.h}^{-1}$ , mas em colheita, o trabalho é medido em toneladas por hora. Assim, ao tomar a decisão de aumentar ou reduzir a velocidade, não se pode preocupar com a capacidade de trabalho da colhedora em hectares por hora, mas sim, verificar se os níveis aceitáveis destas perdas de cada 1,5 sacos por hectare para o milho que está sendo colhido.

Tendo em vista a alta demanda de alimentos devido ao aumento da população no planeta, e projeções nada animadoras sobre este fenômeno, cabe aos profissionais da área

agrícola, o desenvolvimento de técnicas que ampliem a eficiência em campo e principalmente, reduza as perdas para níveis aceitáveis. Este trabalho busca avaliar a relação entre a velocidade de avanço da colhedora e a rotação do cilindro trilhador bem como as perdas que ocorrem no campo.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Fazenda Olho D'água, (latitude 17° 44'35,85'' S; e longitude 50° 21'19,18'' N, a 572 metros de altitude) localizada no município de Turvelândia, Goiás, na segunda safra do ano, na qual foi utilizada a semente Dow Agrosience 2B512, tendo a planta porte médio/alto (aproximadamente 2,30m), com a altura da espiga de 1,30m e arquitetura semiereta. A colhedora utilizada neste experimento foi uma Massey Ferguson, modelo MF 5650 com cinco anos de uso. Durante a colheita de todas as parcelas não houve modificação no espaçamento do côncavo, permanecendo sempre 3mm.

Para a análise das perdas dos grãos e taxa de cobertura foi utilizado um delineamento experimental em blocos casualizados no esquema fatorial 3X3 com 3 repetições, sendo 3 diferentes rotações do cilindro trilhador (500 rpm, 600 rpm, 700 rpm) em combinação com 3 diferentes velocidades de colheita ( 4 km.h<sup>-1</sup>, 5 km.h<sup>-1</sup>, 6 km.h<sup>-1</sup>) totalizando 27 parcelas. Para analisar o fluxo de alimentação foi montado um delineamento experimental em blocos casualizados com 3 diferentes velocidades de colheita ( 4 km.h<sup>-1</sup>, 5 km.h<sup>-1</sup>, 6 km.h<sup>-1</sup>) e 4 repetições. As parcelas possuíam 4 metros de largura por 25 metros de comprimento, na direção longitudinal, na qual foi reservado 10 metros de espaço livre entre parcelas para manobras. Para análise estatística foi utilizado o software Sisvar, no qual foi utilizado a análise de regressão.

### **2.1. Perdas por tratamento**

Para avaliar as perdas de grãos no processo de colheita mecanizada, foi utilizada uma armação retangular de 3,8 x 0,53m totalizando 2 m<sup>2</sup>, conforme a metodologia descrita por Mesquita e Gaudêncio (1982). Em cada parcela, as amostragens foram retiradas nos mesmos pontos, e o material colhido acondicionado em sacos de papel identificados, para

posterior verificação quantitativa das perdas ocorridas. As perdas naturais foram retiradas antes da colhedora entrar em cada parcela, e após a passagem da colhedora a armação foi colocada sobre o solo e todos os grãos caídos foram coletados. Depois foram levados ao laboratório para pesagem, determinação da umidade e posterior análise de dados e cálculos estatísticos.

## 2.2. Taxa de Cobertura

A distribuição da palhada foi determinada utilizando-se metodologia adaptada de LAFLEN (1981), utilizando uma corda para determinar as perdas, sendo marcado em 16 pontos distanciados uniformemente. Foi observado onde se encontrava cada ponto marcado, solo descoberto ou sobre a palhada, e foi anotado cada ponto, posteriormente considerando todos os 16 pontos como 100% de cobertura, foi verificada a percentagem de cobertura para cada parcela e posterior determinação estatística.

Figura 1 - Análise da taxa de cobertura pela metodologia de Laflen (1981).



Fonte: Alves, F.B. (2012).

### 2.3. Fluxo de Alimentação

O Fluxo de alimentação da colhedora foi determinada conforme a metodologia de Garcia (2002) seguindo a equação 1.

$$F_{tot} = \frac{L \cdot v \cdot MST}{10000} \quad (1)$$

em que:

$F_{tot}$  : Fluxo de alimentação total ( palhas + grãos) (kg s-1);

$L$  : Largura de trabalho da colhedora (m);

$v$  : Velocidade de deslocamento da colhedora (m s-1);

$MST$  : Massa seca total (material vegetal + grãos) (kg ha-1);

10000: Fator de adequação de unidade.

A massa de matéria seca foi determinada após a colheita de cada parcela, utilizando uma armação de madeira de lados iguais (0,5 x 0,5 m), totalizando 0,25m<sup>2</sup>, que foi lançada ao acaso, em cada parcela, retirando assim todo material vegetal encontrado dentro da armação, após este procedimento o material foi recolhido, depois o material que foi secado em uma estufa a 70° C por um período de 48h.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra o resultado da análise de variância das perdas dos grãos em função da variação de velocidade de colheita, rotação do cilindro trilhador. Observa-se que os fatores, velocidade de colheita e a sua relação com a rotação não foi significativa, já o fator rotação do cilindro trilhador foi significativo ao nível de 5% de probabilidade.

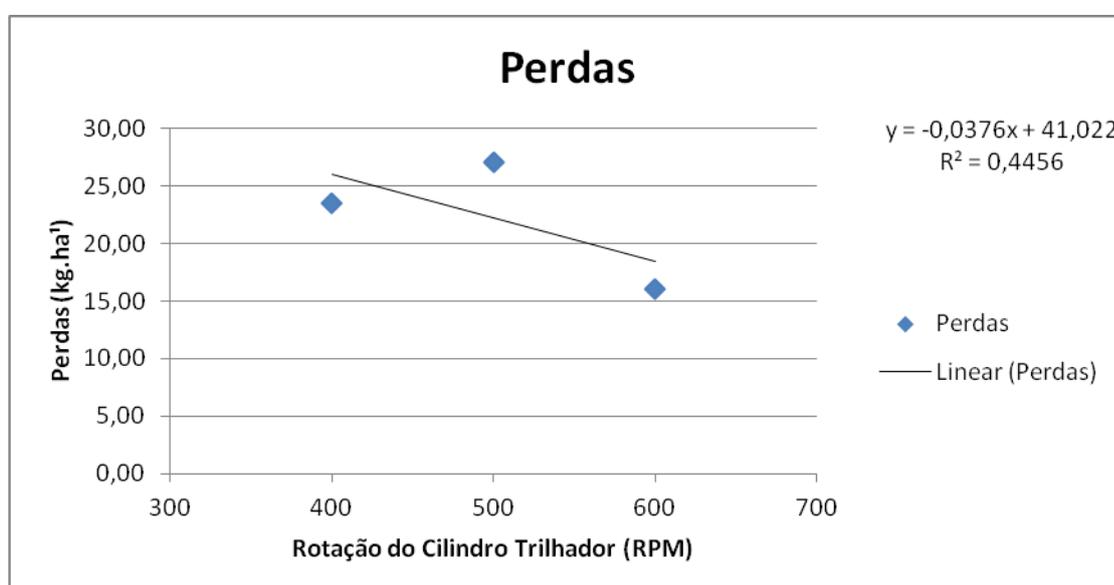
TABELA 1 – Perdas dos grãos em função da velocidade de deslocamento e rotação do cilindro trilhador.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>FC</b>	<b>PR&gt;FC</b>
<b>Bloc</b>	2	233.811667	116.905833	1.875	0.1855
<b>Rot</b>	2	571.453889	285.726944	4.583	0.0267*
<b>Vel</b>	2	262.350556	131.175278	2.104	0.1544
<b>Rot x Vel</b>	4	66.800556	16.700139	0.268	0.8943
<b>Erro</b>	16	997.538333	62.346146		

CV (%) = 35,54; \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F

Como pode ser observado na Figura 2, as perdas de grãos são reduzidas a partir do aumento da rotação do cilindro trilhador. Em um trabalho realizado por Tabile, et al.(2008) notou-se que a rotação do sistema de trilha não influenciou nas perdas, porém, as perdas nos mecanismos internos foram superiores as perdas ocorridas na plataforma. Assim, é recomendável para futuras pesquisas que se avaliem as perdas nos mecanismos internos da colhedora. Segundo a pesquisa apresentada por Marques, et al.(2008), afirma-se que não houve diferenças significativas quanto a velocidade de colheita, o qual afirma que tal resultado se apresenta devido ao alto coeficiente de variação encontrado em seus estudos.

Figura 2 – Gráfico demonstrativo de perdas na colheita em função da rotação do cilindro trilhador.



A Tabela 2 mostra a análise das taxa de cobertura em função da variação de velocidade de colheita e rotação do cilindro trilhador. Observa-se que nenhum dos fatores: velocidade de colheita, rotação do cilindro trilhador e a relação entre eles foi significativa.

TABELA 2 – Taxa de cobertura em função da velocidade de avanço e rotação do cilindro trilhador.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr > Fc
<b>Bloc</b>	<b>2</b>	<b>37.615741</b>	<b>18.807870</b>	<b>0.272</b>	<b>0.7656</b>
<b>Rot</b>	<b>2</b>	<b>141.782407</b>	<b>70.891204</b>	<b>1.023</b>	<b>0.3817</b>

<b>Vel</b>	<b>2</b>	<b>193.865741</b>	<b>96.932870</b>	<b>1.399</b>	<b>0.2754</b>
<b>Rot x Vel</b>	<b>4</b>	<b>266.203704</b>	<b>66.550926</b>	<b>0.961</b>	<b>0.4555</b>
<b>Erro</b>	<b>16</b>	<b>1108.217593</b>	<b>69.263600</b>		

CV (%) = 9,88; Média geral = 84.25; Número de observações = 27; \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Resultado semelhante foi encontrado por Toledo et al. (2008), os quais afirmam que a taxa de cobertura vegetal após a colheita mecanizada se manteve praticamente iguais em todos o métodos analisados. Com tais resultados, conclui-se a necessidade da boa regulagem nos mecanismos do sistema de distribuição de palha e palhicho da colhedora. Em seus estudos Ferreira (2007) concluiu que a porcentagem de cobertura do solo por restos culturais não foi afetada pelos seus tratamentos (velocidade de deslocamento e folgas no sistema de trilha).

A Tabela 3 mostra a análise do fluxo de alimentação em função da variação de velocidade de colheita, rotação do cilindro trilhador e a relação entre elas. Observa-se que o fluxo de alimentação, foi significativo em relação a velocidade de colheita.

Tabela 3 – Fluxo de alimentação em função da velocidade colheita.

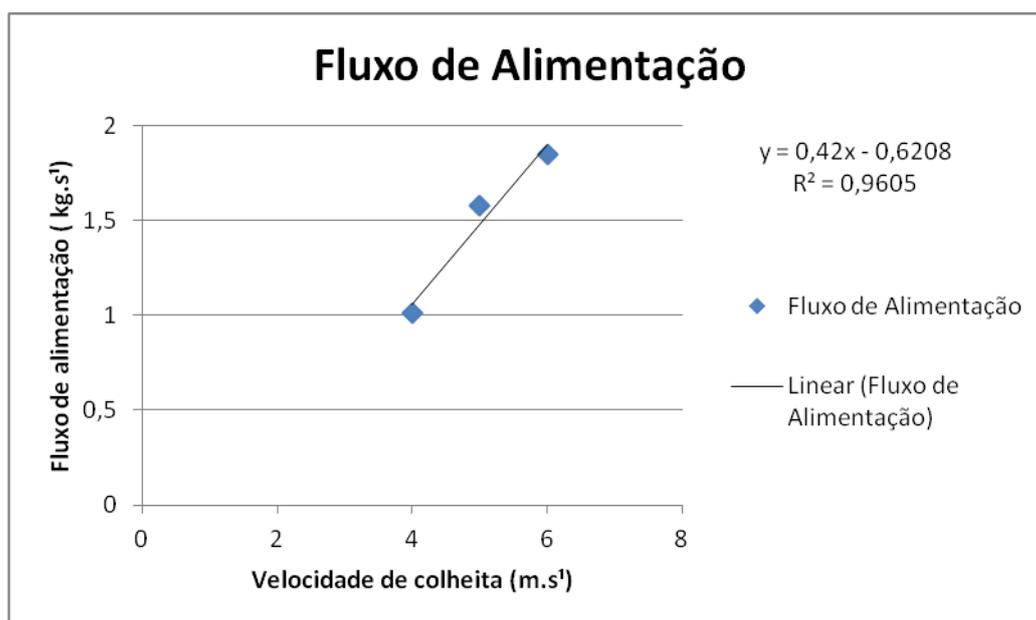
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
<b>Rep</b>	<b>3</b>	<b>0.916667</b>	<b>0.305556</b>	<b>2.200</b>	<b>0.1889</b>
<b>Vel</b>	<b>2</b>	<b>1.166667</b>	<b>0.583333</b>	<b>4.200</b>	<b>0.0723*</b>
<b>Erro</b>	<b>6</b>	<b>0.833333</b>	<b>0.138889</b>		

CV (%) = 26.31; Média geral: 1.41; Número de observações: 12; \*Significativo a 10% de probabilidade pelo teste de F.

Como pode ser observado na Figura 3, quanto maior a velocidade de colheita maior o fluxo de alimentação da colhedora. Tal resultado também foi encontrado por Ferreira (2007), qual afirma que fluxo total aumentou com o aumento na velocidade, também afirma

que um fluxo de alimentação menor na colhedora, permite que o cilindro de trilha separe uma proporção mais elevada de grãos e que o sistema de separação retenha maior quantidade da palha, permitindo o aumento nas taxas de colheita de grãos, no qual o modelo quem mais se ajustou foi a análise de regressão.

Figura 3 – Gráfico demonstrativo do fluxo de alimentação da colhedora em função da velocidade de colheita.



#### 4. CONCLUSÃO

As perdas no campo não são influenciadas pela velocidade de colheita e nem pela relação entre a velocidade e rotação do cilindro.

A rotação do cilindro trilhador influencia nas perdas no campo.

A taxa de cobertura não foi influenciada por nenhum dos fatores analisados.

O fluxo de alimentação da colhedora é diretamente influenciada pela velocidade de avanço da colhedora.

## 5. REFERÊNCIAS

ALVES SOBRINHO, T.; BONOMO, R.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. Estimativa mensal da evapotranspiração de referencia para Dourados e Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. Cerrados, [S.l.], v. 1, p. 32-34, 1998.

CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J.A.; SILVA, R.P.; ZAGO, M.S.. Perdas na colheita mecanizada da soja no Triangulo Mineiro. Revista Nucleus, v. 3, p. 57-60, 2005.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Grãos – Safra 2011/2012. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_05\\_10\\_08\\_49\\_52\\_boletim\\_mai\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_05_10_08_49_52_boletim_mai_2012.pdf)> Acesso em: 08/10/2012.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; HENNING A. A.; Avaliação das perdas e qualidade das sementes na colheita mecânica na soja. Revista Brasileira de sementes., v.1, n. 3, p. 59-70, 1979.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Cultivo do milho. Disponível em: <[www.cnptia.com.br](http://www.cnptia.com.br)> Acesso em: 01/05/2012

FERREIRA, N.P.; TAVARES, L.C.V. Fatores responsáveis pelos elevados percentuais de perdas de grãos durante a colheita mecânica em soja. Informativo ABRATES, Londrina v.5, p. 17-25, 2007.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

GARCIA, R.F. Simulação do comportamento dinâmico de uma colhedora de feijão. 2002. 86 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). UFV, Viçosa, 2002.

GAUTAM, P.; GUSTAFSON, D.M.; WICKS III, Z. Phosphorus Concentration, Uptake and Dry Matter Yield of Corn Hybrids. World Journal of Agricultural Sciences, Idosi Publications, v. 7, 2011.

LAFLEN, J.M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. Soil and Water Conservation, v. 36, n. 6, p. 341-343, 1981.

MARQUES, D.B.; SILVA, R.P.; TOLEDO, A.; TERRA, J.M. Perdas na colheita mecanizada do milho em função da velocidade e inclinação transversal da colhedora. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, 2008.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURNA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Perfil da colheita mecânica na soja no Brasil: safra 1998/1999. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.22, n.3, p.398-406, 2002.

MESQUITA, C.M.; GAUDÊNCIO, C.A. Medidor de perdas na colheita de soja e trigo. Londrina: EMBRAPA Soja, 1982. 8p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 15).

NEW HOLLAND. Manual do Operador. São Paulo, 256 p., v. 2, 2007.

OLIVEIRA, F.G. de, LIMA, J.S.S., LOPES, J.D.S. Análise e comparação de perdas na colheita mecânica de milho para duas colhedoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 24, 1994, Viçosa: Anais..., Viçosa - MG: UFV/SBEA, 1995.

PORTELLA, J.A. Colheita de grãos mecanizada: implementos, manutenção e regulagem. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 190p.

SOUZA, C. M. A; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; DIAS, G. P. Modelo de simulação do processo de trilha e separação mecânica em uma recolhedor-trilhadora de fluxo axial para feijão. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 96-105, 2003.

SUGUISAWA, J.M.; MILAN, M.; FILHO, A.P.; FRANCO, F.N.; SILVA, S.S.. Análise das perdas de uma colhedora automotriz na colheita do milho. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2005. Canoas – Rs.

TALEDO, R.A.; JOBIM, C.C. Perfil da fração de carboidratos da planta e adequação de aditivos no processo de ensilagem. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2008. p.27-52.