

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 11 (5)

October 2018

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=550&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



# Avaliação de perdas quantitativas e qualitativas na colheita mecanizada do milho

## Evaluation of quantitative and qualitative losses on corn mechanized harvest

M. M. Dario<sup>1</sup>, W. G. Vale<sup>2</sup>, J. Demarchi<sup>1</sup>, P. A. C. Branco<sup>3</sup>, E. H. Nunes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe/DEAGRI

<sup>3</sup> Universidade Federal de Sergipe

Author for correspondence: [valewg@gmail.com](mailto:valewg@gmail.com)

**Resumo:** Durante a colheita dos produtos agrícolas pode ocorrer perdas significativas e a velocidade pode influenciar nesse processo de perdas. Essas perdas podem reduzir a produtividade, o lucro e causar prejuízos ao produtor. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar as perdas qualitativas e quantitativas na colheita mecanizada do milho em função da velocidade de trabalho. Foi avaliada uma colhedora com sistema de trilha axial e com quatro velocidades de trabalho (6, 7, 8 e 9 km h<sup>-1</sup>) em uma propriedade localizada no município de Tapurah – MT. As maiores velocidades de colheita apresentaram melhor desempenho, uma vez que parâmetros com índice de trincas, perda de grãos em espiga, perda total e de grãos soltos foram menores nestas velocidades. Desta forma pode-se inferir que tais velocidades proporcionam redução de perdas, a nível de colheita, e danos em condições de armazenamentos.

**Palavras-chave:** Colhedora, Velocidade, Danos.

**Abstract:** During the harvest of agricultural products can be significant losses and the speed can influence this loss process. These losses can reduce productivity, profit and cause losses to the producer. Therefore, this study aimed to assess the qualitative and quantitative losses in mechanical harvesting of corn depending on the working speed. A harvester with axial track system and four-speed was evaluated of work (6, 7, 8 and 9 km h<sup>-1</sup>) in a property located in the municipality of Tapurah - MT. The highest speeds of harvest showed better performance, once that parameters like index of cracking, losses of grain in cob, total losses and grains loose were lower in this speeds. Thus this it can be inferred that such speeds provide reduced losses at the level of harvest, and damage to storage conditions.

**Keywords:** Harvester, Speed, Damage.

### Introdução

A produção do milho (*Zeamays L.*) destaca-se por apresentar várias formas de uso, abrangendo desde a alimentação animal até aplicações medicinais. Atualmente por ser um dos produtos mais baratos para se comprar, seu consumo vem ganhando destaque, sobretudo em países em desenvolvimento que apresentam altas taxas de crescimento. No cenário mundial o Brasil é o terceiro maior produtor da cultura, sendo Estados Unidos detentor do primeiro lugar, seguido por China como o segundo maior produtor (FORNASIERI FILHO, 2007).

A produtividade do milho vai determinar qual será a melhor velocidade de trabalho para a colheita. Quanto maior a produtividade do milho maior será a massa de produto que estará entrando na colhedora. Para se aumentar ou diminuir a velocidade de trabalho, deve-se levar em conta os níveis toleráveis de perdas por hectares que é de 1,5 sacos ha<sup>-1</sup> (para a cultura do milho) e não a capacidade de trabalho da colhedora em hectares por hora (EMBRAPA, 2012).

Para Bertonha (2013), é durante a colheita que o produtor deve tomar o máximo de cuidado,

como ter máquinas bem reguladas e adequada velocidade para evitar perdas e queda nos lucros.

A colheita mecânica ocorrida no campo, principalmente com o uso de colhedoras é uma prática que ganha mais espaço sobretudo pelas grandes empresas produtoras de milho. É neste processo que o milho sofre danos mecânicos o que pode reduzir sua qualidade e acarretar perdas quantitativas (ARAÚJO, 1995).

As perdas quantitativas podem ser avaliadas como a quantidade dos grãos que continuam na lavoura após a colheita, podendo ser separadas em perdas naturais/pré-colheita, perdas na plataforma de colheita e perdas nos mecanismos internos (MANTOVANI, 1989).

A colheita mecânica e o beneficiamento são as principais fontes de danos mecânicos em grãos e sementes. Estes danos podem ocorrer por meio de efeitos imediatos ou visíveis e através de efeitos latentes ou não-visíveis. Os danos imediatos são facilmente caracterizados na observação de tegumentos quebrados, cotilédones separados ou quebrados a olho nu, enquanto, nos latentes, existem trincas microscópicas, abrasões ou danos internos no embrião, que podem não afetar imediatamente a germinação, mas que podem reduzir o vigor, o potencial de armazenamento e o desempenho da semente no campo (FRANÇA NETO & HENNING, 1984; ARAÚJO *et al.*, 2010). Para Cunha *et al.* (2009), colhedoras com sistema de trilha axial, onde o grão entra no sentido do eixo do rotor, podem oferecer danos menores quando comparadas com colhedoras com sistema de trilha tangencial.

Segundo Portella (2001), os maiores índices de perdas podem ser encontrados na plataforma de corte, devido a espigas que caem para fora da plataforma e grãos que acabam sendo debulhados devido ao impacto da colhedora.

Este trabalho teve como objetivo avaliar as perdas quantitativas e qualitativas na colheita mecanizada do milho, levando-se em consideração a velocidade de deslocamento da colhedora.

## Métodos

O presente trabalho foi realizado no ano agrícola de 2014/2015 na fazenda Santa Ignês localizada no município de Tapurah – MT.

O município de Tapurah está localizado nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 12° 44' 9" sul, longitude 56° 30' 1" oeste, situado a 388 metros de altitude, distante cerca de 414 km da capital Cuiabá – MT. Segundo o sistema de classificação de Köppen o clima da região é (Aw), tropical, quente e úmido, com temperatura média anual de 24°C e precipitação média anual de 2000 mm/ano.

Neste trabalho foi utilizada a metodologia de avaliação das perdas da colheita descrita por Mesquita *et al.* (1998), com a avaliação das perdas de grãos soltos e grãos em espigas.

A variedade do milho avaliada para as perdas qualitativas e quantitativas foi a 2B688, pertencente a empresa Dow AgroSciences. Um híbrido precoce, indicado para plantios no verão e safrinha. Para as perdas qualitativas as amostras foram coletadas diretamente do graneliro da máquina.

Para se determinar a produtividade foram realizadas três coletas de 2 m<sup>2</sup> e para as perdas de pré-colheita foram três coletas de 30 m<sup>2</sup>, tanto para a produtividade como para as perdas de pré-colheita as espigas foram debulhadas manualmente.

A Tabela 1 apresenta os ajustes da colhedora durante o processo de colheita.

**Tabela 1.** Ajustes no processo de colheita mecanizada para perdas quantitativas

Sistema de Trilha	Axial
Peneira Superior	13 mm
Peneira Inferior	8 mm
Abertura Côncavo	12 mm
Rotação do Rotor	500 rpm
Rotação do Ventilador	1120 rpm

Como as coletas para a determinação das perdas qualitativas foram realizadas em um dia diferente das coletas para as perdas quantitativas a máquina tinha sofrido algumas mudanças em seus ajustes para o processo de colheita, determinadas pelo operador da máquina, em função da umidade que se encontrava o grão durante a colheita, como é observado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Ajustes no processo de colheita mecanizada para perdas qualitativas

Peneira Superior	15 mm
Peneira Inferior	10 mm
Abertura de Côncavo	15 mm
Cilindro Trilhador	410 rpm
Rotação do Ventilador	1060 rpm

Após a coleta das amostras, as mesmas foram embaladas em sacos plásticos e levadas para o laboratório de Pós-Colheita da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, onde foram feitas as seguintes avaliações:

A determinação do teor de água dos grãos foi realizada através do processo padrão da estufa, à temperatura de 105°C ± 3°C, durante 24 h, com três repetições, conforme indicações descritas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Massa de mil grãos: Segundo as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), contou-se 8 repetições com 100 grãos, e depois foi feita a pesagem de cada repetição, e assim determinou-se a massa de 1.000 grãos por meio da Equação 1.

$$MMS = (Mt/8) * 10 \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

MMS: Massa de mil grãos (g);

Mt: Massa dos 800 grãos (g)

Determinação do percentual de impurezas e quebrados: Foram retiradas 750 gramas de cada amostra coletada no graneleiro da máquina e feito 3 repetições de 250 gramas. Os grãos ou qualquer outro fragmento que vazou pela peneira de crivos circulares de 5,0 mm de diâmetro, foi considerado como impurezas. O percentual de quebrados foi obtido selecionando-se manualmente pedaços de grãos sadios que não passaram pela peneira de crivos circulares de 5,0 mm de diâmetro.

Massa específica aparente: Foi verificada com o auxílio de um aparelho em forma de cone e um recipiente cilíndrico com volume conhecido. A queda dos grãos foi controlada por meio da abertura do cone que estava 20 cm acima do cilindro. Foram feitas 3 repetições com os grãos na umidade de 12% b.u. Os grãos retidos no recipiente cilíndrico foram pesados em balança semi-analítica.

Para se determinar o índice de trincas foram feitas 4 repetições de 100 gramas de grãos inteiros, aparentemente sadios, pegos aleatoriamente das amostras que foram coletadas no graneleiro da colhedora. Cada grão foi analisado separadamente com a ajuda de um diafanoscópio constituído de uma lâmina de vidro liso e transparente, com uma lâmpada fluorescente na parte interna, que possibilita-se o contraste entre os grãos e a superfície do vidro. Determinou-se o índice de trincas pela (Equação 2), proposta por Bakker-Arkema, (1994):

$$IT = T1 + 3 * T2 + 5 * T3 \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

IT - Índice de trincas;  
T1 - Percentagem de grãos sem trincas;  
T2 - Percentagem de grãos com uma trinca;  
T3 - Percentagem de grãos com duas ou mais trincas.

Para os danos mecânicos visíveis ocorridos durante a colheita, contou-se com o auxílio da equação de índice de danos (Equação 3) proposta por Chowdhury e Buchele (1976):

$$ID = d1 + d2 + 0,6 * d3 + 0,2 * d4 + 0,1 * d5 \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

ID - Índice de danos, adimensional  
d1 - Grãos quebrados e material fino, que passaram pela peneira de crivos circulares de 5,0 mm de diâmetro (%);  
d2 - Danos severos, aqueles em que faltam mais da metade do grão (%);  
d3 - Danos maiores, aqueles em que faltam metade ou menos da metade do grão e apresentando trincas no embrião (%);  
d4 - Danos pequenos, aqueles que apresentaram estragos superficiais (%);  
d5 - Grãos não-danificados (%).

Tamanho e forma dos grãos: Para se determinar o tamanho dos grãos foram medidas as dimensões dos eixos ortogonais "x, y e z" de 30

grãos por amostra, com auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

Com a medida dos eixos ortogonais calculou-se a forma e tamanho dos grãos conforme o seu volume, esfericidade e circularidade, obtidos da seguinte maneira:

O volume dos grãos de milho foi obtido de acordo com a (Equação 4) proposta por Mohsenin (1986):

$$Vg = (\pi * X * Y * Z) / 6 \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

Vg: volume dos grãos, mm<sup>3</sup>;  
X: eixo médio, mm;  
Y: maior eixo, mm;  
Z: menor eixo, mm.

A esfericidade (Es) foi determinada de acordo com (Equação 5) proposta por Mohsenin (1986):

$$Es = [(X * Y * Z)^{1/3} / Y] * 100 \quad \text{Equação 5}$$

Em que:

Es = Esfericidade; %  
Y: maior eixo do grão, em mm;  
X: eixo médio do grão, em mm e;  
Z: menor eixo do grão, em mm.

A circularidade (Cc) dos grãos de milho na posição natural de repouso foi obtida através da (Equação 6) proposta por Mohsenin (1986):

$$Cc = X / Y * 100 \quad \text{Equação 6}$$

Em que:

Cc = Circularidade; %  
X = eixo médio do grão, em mm e;  
Y = maior eixo do grão, em mm.

As amostras foram coletadas em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 6 repetições para cada velocidade trabalhada, tanto para perdas de grãos soltos como para grãos em espigas. As amostras foram coletadas com 4 velocidades de trabalho (6 km h<sup>-1</sup>, 7 km h<sup>-1</sup>, 8 km h<sup>-1</sup> e 9 km h<sup>-1</sup>), no mês de julho de 2015.

Como análise inicial, os dados foram submetidos à estatística descritiva, para permitir a visualização geral do seu comportamento. Esta análise assume os dados como sendo independentes entre si, não considerando a influência do local de amostragem e suas posições relativas. Por fim, a demonstração geral do comportamento dos dados foi realizada calculando-se as medidas de tendência central (média) e medida de dispersão (coeficiente de variação).

A verificação da normalidade dos dados foi realizada pelo teste de Anderson-Darling, sendo uma medida de proximidade dos pontos e da reta estimada na probabilidade, conferindo maior rigidez à análise. Independente da suposição de normalidade apresentada, as cartas de controle

podem ser utilizadas para análise da qualidade da operação (Samohyl, 2009).

A análise da variabilidade foi realizada por meio do controle estatístico. O programa utilizado para as análises estatísticas e confecção das cartas de controle foi o MINITAB 17.

As cartas de controle de valores individuais foram calculadas e elaboradas utilizando-se a largura da faixa entre a média e os limites de controle (múltiplos do desvio padrão), com o valor de  $3\sigma$ . No entanto, este modelo de carta de controle atua no monitoramento, análise, detecção e

eliminação de possíveis fatores externos atuantes na operação, sendo uma importante ferramenta de auxílio na tomada de decisão, melhorando as atividades gerenciais.

### Resultados e Discussão

Na Tabela 3 são apresentados os valores dos parâmetros estatísticos contendo a média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) para algumas características físicas, produtividade e perda de pré-colheita para a cultura do milho.

**Tabela 3.** Estatística descritiva de algumas características físicas, de produtividades e perda pré-colheita.

Fatores	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV (%)
Esfericidade (%)	59,95	59,75	0,77	1,28
Circularidade (%)	66,12	65,95	1,11	1,68
Volume de Grão (mm <sup>3</sup> )	211,78	209,61	8,35	3,94
Massa de 1000 Grãos (g)	272,9	273,0	19,20	0,70
Massa Espec. Aparente (kg m <sup>-3</sup> )	751,74	751,31	7,34	0,98
Produtividade Máxima (kg ha <sup>-1</sup> )	10767,9	10765,9	8,58	4,98
Produtividade Real (kg ha <sup>-1</sup> )	9673,9	9675,9	8,57	4,97
Perda Pré-Colheita (kg ha <sup>-1</sup> )	1094,1	1091,1	22,4	6,89

A média da umidade durante a colheita foi de 10,4%, valor abaixo do recomendado pela Embrapa Milho e Sorgo (2010), que recomenda a colheita com faixa de umidade entre 18 - 20% b.u. Grãos com uma baixa umidade são mais susceptíveis a sofrerem danos mecânicos. A produtividade real (Tabela 3), produtividade máxima menos a perda de pré-colheita, apresentou um baixo CV, o que pode interferir na capacidade de processamento da colhedora, uma vez que o aumento da produtividade reflete diretamente na taxa de alimentação da máquina. O valor médio de produtividade real encontrado (9.673,9 kg ha<sup>-1</sup>) foi maior que a média nacional (5.683,0 kg ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2015).

A forma e tamanho dos grãos são características de cada cultura, sendo a esfericidade e circularidade os principais parâmetro a serem analisados, quanto mais próximos os valores desses parâmetros da unidade, mais próximos de uma esfera ou círculo estará o grão (SILVA, 2008). Desse modo grãos mais esféricos e circulares tendem a sofrer menos com os impactos que ocorrem durante a colheita.

Araujo (2014), trabalhando com grãos de amendoim concluiu que valores abaixo de 80% não poderiam ser classificados como esféricos e circulares Goneli *et al.* (2011), em trabalho realizado com frutos da mamona, chegou a valores acima de 90%, comprovando que os mesmos podem ser classificados como esféricos e circulares. Sendo assim, o grão de milho deste trabalho não pode ser classificado como circular e esférico, o que pode contribuir para os danos mecânicos que ocorrem durante o processo de colheita.

O volume dos grãos também pode ter influência sobre os danos, quanto maior for o volume maiores as chances do grão sofrer injúrias.

A massa específica aparente está de acordo com os valores de híbridos produzidos na região. Baraviera *et al.* (2014) e Benevides *et al.* (2014) trabalhando com híbridos de milho encontraram valores entre 720 a 780 kg m<sup>-3</sup> e 750 a 830 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente, porém a massa de mil grãos está abaixo dos valores encontrados, que foram de 290 a 340 g e 280 a 440 g, respectivamente. Apesar do valor da massa de mil grãos estar fora da faixa encontrada por outros autores, a diferença foi pequena, podendo-se considerar que o milho teve um desenvolvimento normal, se o milho não tivesse um desenvolvimento normal, poderia se considerar um fator a mais para ocasionar perdas e danos.

Os índices de trinca e danos apresentaram distribuição normal de probabilidade de acordo com o teste Anderson-Darling ao nível de 5% de significância, já as perdas de grãos soltos, espiga e total não apresentaram distribuição normal de probabilidade Tabela 4.

Na Figura 2, é apresentada a carta de controle das médias para a variável índice de trincas no grão de milho, nas velocidades de colheita de 6, 7, 8 e 9 km h<sup>-1</sup>. Observa-se que, em ambas as situações, o processo encontra-se dentro de controle. O menor índice de trincas (105,8) foi obtido quando a velocidade de colheita da máquina foi de 9 km h<sup>-1</sup>. Nessa velocidade de trabalho também foi onde ocorreu a menor amplitude dos valores, mostrando que a operação de colheita nessa velocidade ocorreu de forma mais próxima do controle de qualidade para a colheita do milho.

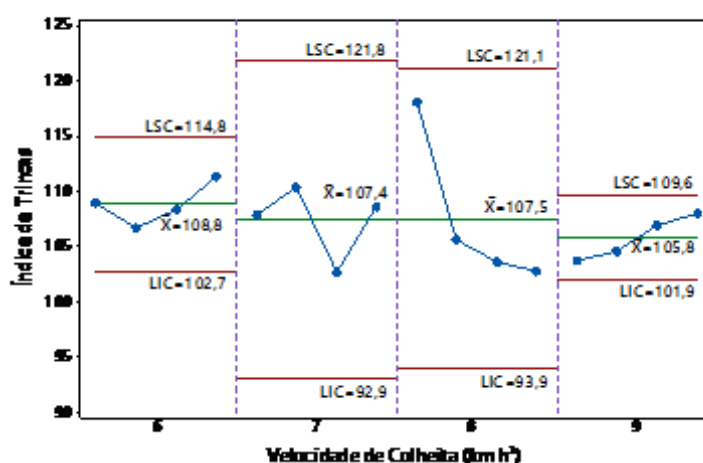
Gatto (2014), analisando as perdas qualitativas na colheita do milho também observou que os índices de trincas foram menores quando a colheita foi realizada com velocidades superiores para máquinas com sistema de trilha axial, porém para uma máquina com sistema de trilha radial os menores danos ocorreram quando a máquina

trabalhou com uma velocidade de 6 km h<sup>-1</sup> máquina). (velocidade considerada ideal para o operador da

**Tabela 4.** Teste de distribuição normal de probabilidade para os indicadores de perdas quantitativas e qualitativas de grãos que ocorrem na colheita mecanizada do milho.

Fatores	Anderson-Darling	p-Valor
Índice de Trincas	0,471N	0,211
Índice de Danos	0,418N	0,290
Perda de Grãos Soltos (kg ha <sup>-1</sup> )	1,757A	<0,005
Perda em Espigas (kg ha <sup>-1</sup> )	0,703A	0,058
Perda Total (Sacos ha <sup>-1</sup> )	1,139A	<0,005

AD – valor do teste de normalidade de Anderson-Darling; p-Valor – valor da distribuição de probabilidade ( $p > 0,05$ ); N – distribuição normal de probabilidade; A – distribuição não normal de probabilidade.



**Figura 2.** Carta de controle para o índice de trincas em função das velocidades de colheita. LSC: limite superior de controle; LIC: limite inferior de controle.  $\bar{x}$ : média das observações.

Para maiores índices de trincas causados durante a colheita, maiores são as chances desses grãos sofrerem mais danos nas próximas etapas após a colheita, como transporte, armazenamento e secagem, e as trincas já existentes podem evoluir para trincas mais severas quando o grão passar por esses processos, comprometendo seriamente a qualidade final do grão, levando o produtor a ter um lucro final menor quando for comercializar esse produto.

Como a umidade do grão durante a colheita estava muito baixa, esse pode ter sido um dos principais fatores para elevar as trincas, pois quando o grão se encontra com umidade mais elevada ele tende a suportar e amortecer melhor os impactos.

A secagem também pode influenciar no aumento dos grãos quebrados, de modo que temperaturas mais elevadas do ar de secagem e as temperaturas do ar de resfriamento, podem promover o surgimento de novas trincas nos grãos, ou agravar as trincas já existentes, através do choque térmico que os grãos sofrem quando saem do secador (ALVES *et al*, 2001; CARNEIRO *et al*, 2005; JORGE *et al*, 2005; MARCHI *et al*, 2006).

Na Figura 3, é apresentada a carta de controle das médias para a variável índice de danos no grão de milho, nas velocidades de colheita de 6, 7, 8 e 9 km h<sup>-1</sup>. Observa-se que, em ambas as

situações, o processo encontra-se dentro de controle. O menor índice de dano (28,2%) foi obtido quando a velocidade de colheita da máquina foi de 7 km h<sup>-1</sup>. Há, porém, menor amplitude dos valores, na velocidade de 9 km h<sup>-1</sup> mostrando que a operação de colheita nessa velocidade ocorreu de forma mais próxima do controle de qualidade para a colheita do milho.

Acredita-se que para maiores velocidades de deslocamento da máquina, ocorra maiores forças de contato entre o grão e o sistema de trilha o que pode elevar os danos no produto colhido. Como na velocidade mais baixa de trabalho da máquina também ocorreu elevados danos isso pode ser explicado pelo fato da baixa taxa de alimentação do sistema trilhador, desse modo o efeito de trilha sobre o grão é maior (GATTO, 2014).

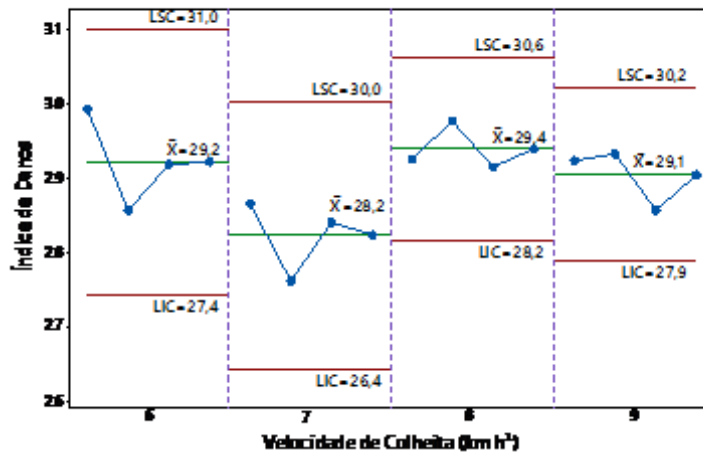
Para Mesquita *et al.* (2002) o sistema de trilha da máquina pode influenciar nos danos que ocorrem durante a colheita. Máquinas com trilha axial tendem a danificar menos os grãos do que máquinas com trilha radial. Cunha *et al.* (2009) avaliando a velocidade de deslocamento para colhedoras com sistema de trilha radial, axial e axial duplo e a rotação do sistema de trilha, concluiu que a máquina que menos causou danos ao grão foi a com sistema de trilha axial, seguida da colhedora com sistema de trilha axial duplo e pela máquina com sistema radial.

Marques *et al.* (2011) avaliando os danos mecânicos em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita concluiu que a colheita do milho deve ser realizada com teores de água entre 22% e 26% para que os danos mecânicos sejam menores. Como a umidade na hora da colheita era de 10,4% pode ser um fator a mais para os altos danos mecânicos ocorridos.

Quanto maiores os índices de danos, maiores serão as perdas que os grãos estão

sujeitos a perder nas etapas seguintes da colheita. Na etapa de pré-limpeza os fragmentos dos grãos quebrados serão retirados da massa de grãos, reduzindo o peso do grão. Além disso a qualidade do grão vai cair, efeito que será refletido na hora que o produtor for vender seu produto.

A média da umidade durante a colheita foi de 15,6%, valor abaixo do recomendado pela Embrapa (2010), que recomenda a colheita com faixa de umidade entre 18 - 20% b.u.



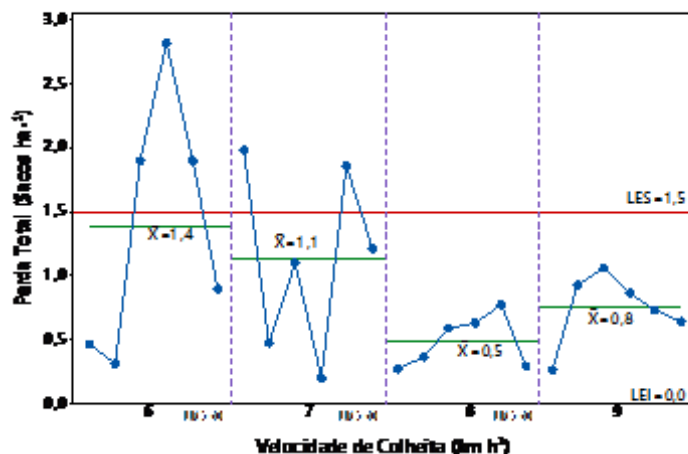
**Figura 3.** Carta de controle para o índice de danos em função das velocidades de colheita. LSC: limite superior de controle; LIC: limite inferior de controle.  $\bar{x}$ : média das observações.

A perda de pré-colheita foi de 1.094,1 kg ha<sup>-1</sup>, representando aproximadamente 11,3% da produtividade média da lavoura. Este alto valor de perdas na pré-colheita, pode ser explicado segundo relatos dos funcionários da fazenda que a lavoura sofre com ataques de porcos do mato que se alimentam do milho, o que pode causar o acamamento da planta, e conseqüentemente o não recolhimento dessas espigas pela plataforma de colheita da máquina.

Para a confecção da carta de controle para a perda total, usou-se a recomendação da Embrapa (2014), para definir o limite específico superior (1,5 sacos ha<sup>-1</sup>) e inferior para a colheita mecanizada do milho.

Na Figura 4, é apresentada a carta de controle das médias para a variável perda total, nas velocidades de colheita de 6, 7, 8 e 9 km h<sup>-1</sup>. Observa-se que, nas velocidades 6 e 7 km h<sup>-1</sup> o processo se encontra fora de controle. A menor perda (29,6 kg ha<sup>-1</sup>) ocorreu quando a velocidade de colheita da máquina foi de 8 km h<sup>-1</sup>. Nessa velocidade de trabalho também foi onde ocorreu a menor amplitude dos valores, mostrando que a operação de colheita nessa velocidade ocorreu de forma mais próxima do controle de qualidade para a colheita do milho.

Apesar do alto valor e da alta variabilidade nas velocidades de 6, 7 e 9 km h<sup>-1</sup>, estes ainda encontram-se abaixo do limite máximo aceito de perdas totais para a colheita mecanizada do milho.



**Figura 4.** Carta de controle para perda total em função das velocidades de colheita. LES: limite específico superior de controle; LEI: limite específico inferior de controle.  $\bar{x}$ : média das observações.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Silva *et al.* (2004), que avaliando as perdas na colheita do milho no triângulo mineiro, também encontraram perdas maiores quando a velocidade de colheita foi na faixa de 4 a 6 km h<sup>-1</sup>, e as menores perdas foram quando a colhedora trabalhou com velocidades acima de 7 km h<sup>-1</sup>, justificando que colhedoras com sistema de trilha axial conseguem trabalhar com velocidades mais elevadas.

As velocidades 6 e 7 km h<sup>-1</sup> apresentaram pontos fora de controle. Zerbato *et al.* (2013), dizem que esses pontos podem ser explicados pelos chamados fatores “6 M’s” (matéria-prima, mão de obra, método, máquina, medição e meio ambiente). Nesse caso, esses pontos podem estar relacionados com o meio ambiente, que devido a alguma irregularidade do talhão pode ter causado perdas mais elevadas nesses pontos.

Como na colheita do milho o produtor deixa o grão secando no campo e a janela de colheita é maior, o grão é colhido, normalmente, com umidade mais baixa. Assim é possível realizar a colheita com velocidades mais elevadas, fazendo com que a máquina tenha ajustes para essa condição de colheita. Como na propriedade costuma-se colher com velocidades maiores, a máquina estava ajustada para as condições de colheita com velocidades mais elevadas, justificando ter ocorrido as menores perdas em 8 e 9 Km h<sup>-1</sup>.

Outro fator que pode influenciar as perdas ocorridas durante a colheita é a idade da máquina. Campos *et al.* (2005), trabalhando com perdas na soja, observou que máquinas com idade de zero a cinco anos apresentaram as menores perdas quando comparadas com máquinas com mais de seis anos. Resultado igual que foi encontrado por Silva *et al.* (2004) para a cultura do milho. Como a máquina do presente trabalho apresentava aproximadamente onze anos, pode ser um fator a mais a se levar em conta para as perdas ocorridas.

Na Figura 5, é apresentada a carta de controle das médias para a variável perda de grãos

soltos, nas velocidades de colheita de 6, 7, 8 e 9 km h<sup>-1</sup>. Observa-se que, em ambas as situações, o processo encontra-se dentro de controle. A menor perda de grãos soltos (4,4 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtido quando a velocidade de colheita da máquina foi de 8 km h<sup>-1</sup>. Nessa velocidade de trabalho também foi onde ocorreu a menor amplitude dos valores, mostrando que a operação de colheita nessa velocidade ocorreu de forma mais próxima do controle de qualidade para a colheita do milho.

Apesar do alto valor e da alta variabilidade nas velocidades de 6, 7 e 9 km h<sup>-1</sup>, estes ainda encontram-se abaixo do limite máximo aceito de perdas totais para a colheita mecanizada do milho.

De Camargo (2011), avaliando as perdas em função da velocidade de deslocamento e rotação do cilindro, trabalhando com três velocidades de colheita (2 km h<sup>-1</sup>, 3 km h<sup>-1</sup> e 4 km h<sup>-1</sup>) observou que as menores perdas de grãos para a plataforma de corte ocorreu quando a máquina trabalhou com as duas maiores velocidades.

Os resultados desse trabalho discordam com os encontrados por Carreira *et al.* (2013), que observou maiores perdas para as maiores velocidades de colheita, chegando a encontrar perdas superiores a 90 kg ha<sup>-1</sup>.

Loureiro *et al.* (2012), analisando as perdas na colheita do milho com três velocidades de trabalho diferentes, encontrou maiores perdas nos mecanismos internos quando a velocidade de trabalho da máquina foi de 3,5 km h<sup>-1</sup>, isso ocorreu pelo fato dessa velocidade ter causado menos perdas na plataforma de corte, o que proporcionou um maior fluxo de grãos no sistema de trilha.

Na Figura 6, é apresentada a carta de controle das médias para a variável perda mecanismo espiga, nas velocidades de colheita de 6, 7, 8 e 9 km h<sup>-1</sup>. Observa-se que, em ambas as situações, o processo encontra-se dentro de controle. A menor perda mecanismo espiga (12,7 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtido quando a velocidade de colheita da máquina foi de 9 km h<sup>-1</sup>. Nessa velocidade de trabalho também foi onde ocorreu a menor

amplitude dos valores, mostrando que a operação de colheita nessa velocidade ocorreu de forma mais próxima do controle de qualidade para a colheita do milho.

Carreira *et al.* (2013), para uma velocidade de 8,5 km h<sup>-1</sup> encontrou valores de perda em espiga superiores a 180 kg ha<sup>-1</sup>. Indo contra os resultados encontrados neste trabalho.

Para Portella (2001), as maiores perdas ocorrem na plataforma de colheita, pois nessa parte do processo, podem ocorrer perdas por espigas para fora da plataforma e grãos soltos ocasionado pelo impacto da colhedora na planta.

Loureiro *et al.* (2012), afirma que as baixas velocidades ocasionam vibrações na planta de milho fazendo com que a espiga se desprenda antecipadamente e caia pra fora da plataforma de

colheita, levando a perdas por espiga. Conforme a velocidade aumenta as perdas diminuem até chegarem em um ponto ótimo, caso a velocidade continue aumentando o impacto na planta vai ser maior causando desprendimento da espiga fazendo com que esta seja arremessada para fora da plataforma.

Essa afirmação poderia justificar os resultados encontrados, pois na velocidade mais baixa teve-se as maiores perdas, fazendo com que as espigas nesse momento estivessem caindo para fora da plataforma, e na velocidade mais alta obteve-se as menores perdas.

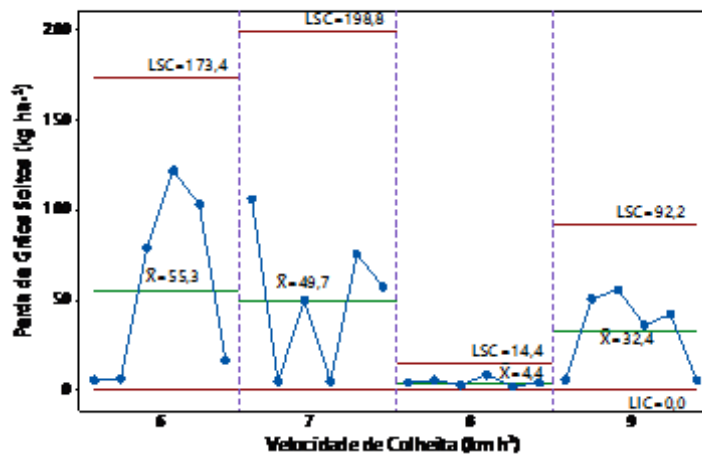


Figura 5. Carta de controle para perda de grãos soltos em função das velocidades de colheita. LSC: limite superior de controle; LIC: limite inferior de controle.  $\bar{x}$ : média das observações.

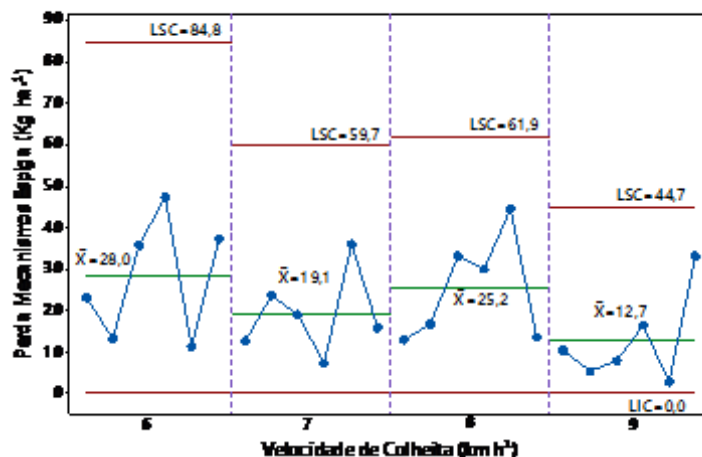


Figura 6. Carta de controle para perda em espigas em função das velocidades de colheita. LSC: limite superior de controle; LIC: limite inferior de controle.  $\bar{x}$ : média das observações.

### Conclusão

As maiores velocidades de colheita apresentaram melhor desempenho, uma vez que parâmetros com índice de trincas, perda de grãos em espiga, perda total e de grãos soltos foram menores nestas velocidades. Desta forma pode-se inferir que tais velocidades proporcionam redução

de perdas, a nível de colheita, e danos em condições de armazenamentos.

### Referências

ALVES, W. M.; FARONI, L. R. A.; CORRÊA, P. C.; QUEIROZ, D. M.; TEIXEIRA, M. M. Influência dos Teores de Umidade de Colheita na Qualidade do



- Milho (Zeamays L.) Durante o Armazenamento. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, v.26, n.2, p.40-45, 2001.
- ARAÚJO, E. F.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; ARAÚJO, R. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce submetidas à debulha, com diferentes graus de umidade. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 1, n. 02, 2010.
- ARAÚJO, R. F. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas e qualitativas de sementes de milho (Zeamays, L.). 1995. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- ARAUJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. M. A.; GONÇALVES, A. A.; VILHASANTI, H. C. B. Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 03, p.279–286, 2014.
- BAKKER-ARKEMA, F. W. Grain quality and management of grain quality standards. In: International symposium of grain conservation. 1993, Canela. Anais... Porto Alegre: Plus Comunicações, p.3-11, 1994.
- BARAVIERA, C. M. C.; CANEPPELE, C.; DOURADO, A. L. G.; AGUERO, N. F. Avaliação das Propriedades Físicas de Grãos de Híbridos de Milho. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014.
- BENEVIDES, A. L.C.; RUFFATO, S.; BORGES, G.; SANTOS, M. N. S. dos; PEREIRA, V. S. Propriedades físicas de híbrido de milho 2ª safra em função da umidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, Anais. Salvador/ BA, 2014.
- BERTONHA, R. S.; SILVA, R. P.; BARROZO, L. M.; CAVICHOLI, F. A.; CASSIA, M. T. Perdas e desempenho de sementes de milho em dois sistemas de preparo do solo e velocidade de deslocamento da colhedora. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 11, n. 3, p. 243-253, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: MAPA/ACS, p. 395, 2009.
- CAMARGO, J. L. D., & SCHIEBELBEIN, L. M. PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE MILHO EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E ROTAÇÃO DO CILINDRO. Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. 4ª Ed./JUL-DEZ/2011.
- CAMPOS, M. A. O.; SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H. C. B.; ZABANI, S. (2005). Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. Engenharia Agrícola, 25(1), 207-213.
- CARNEIRO, L. M. T. A.; BIAGI, J. D.; FREITAS, J. G.; CARNEIRO, M. C.; FELÍCIO, J. C. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. Bragantia, Campinas, v.64, n.1, p.127-137, 2005.
- CARREIRA, A.S.; D'ESPIRO, G.A.; TANAKA, E.M. Perdas na colheita mecanizada de milho (Zeamays L.) na região de Cândido Mota e Pedrinhas Paulista. Pompeia/SP. 2013. Disponível em: <<http://www.portalmaquinasagricolas.com.br/files/2015/02/Tecnologia-Colheita----Maior-aproveitamento-no-campo.pdf>> Acesso em: 13/06/2016.
- CHOWDHURY, M. H.; BUCHELE, W. F. Development of a numerical damage index for critical evaluation of mechanical damage of corn. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.19, n.3, p.428-432, 1976.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de Safra, 7º levantamento – Safra 2014/2015, abril/2015, Brasília. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_04\\_10\\_09\\_22\\_05\\_boletim\\_graos\\_abril\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_10_09_22_05_boletim_graos_abril_2015.pdf)> Acesso em: 13/04/15.
- CUNHA, J. A. P. R.; PIVA, G.; OLIVEIRA, C. A. A. Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. Bioscience Journalv. 25, n.4, p. 37-42, 2009.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Colheita e pós-colheita. 2012 Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/referencias.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/referencias.htm).> Acesso em 14/05/2016.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do Milho - Colheita e pós-colheita. 2010. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/colregula.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/colregula.htm).> Acesso em 14/05/2016.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agronegócio. Diagnóstico dos Problemas e Potencialidades da Cadeia Produtiva do Milho no Brasil. Embrapa milho e sorgo. Sete Lagoas – MG, 2014.
- FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. Jaboticabal – SP, Funep, 2007. 576 p.
- FRANÇA NETO, J. B., HENNING, A. A. Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja. EMBRAPA-CNPSo, Londrina, 39p, Circular Técnica, n. 9. 1984.

GATTO, VITOR. ANÁLISE DE PERDAS QUALITATIVAS NA COLHEITA MECANIZADA DA CULTURA DO MILHO NO MUNICÍPIO DE IPIRANGA DO NORTE – MT / VITOR GATTO. -- 2014 39 f.

GONELI, André Luís Duarte *et al.* Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem: 10.4025/actasciagron. V. 33i1. 4629. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 33, n. 1, p. 1-8, 2011.

JORGE, M. H. A.; CARVALHO, M. L. M.; VON PINHO, E. V. R.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho colhidas e secas em espigas. *Bragantia*, Campinas, v.64, n.4, p.679-686, 2005.

LOUREIRO, D. R.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; LEITE, D. M.; COSTA, M. M.. Perdas germinativas na colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamentos reduzido e convencional. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 4, p. 1251-1358, 2012.

LOUREIRO, D.R.; FERNANDES, H.C.; TEIXEIRA, M.M.; LEITE, D.M.; COSTA, M.M. Perdas quantitativas na colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamento reduzido e convencional. *Semina*, v.33, n.2, p.565-574. 2012.

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

MARCHI, J. L.; MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D.; CÍCERO, S. M. Relação entre danos mecânicos, tratamento fungicida e incidência de patógenos em sementes de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v.5, n.3, p.351-358, 2006.

MARQUES, O. J.; DALPASQUALE, V. A.; VIDIGAL, P. S. F.; SCAPIM, C. A.; RECHE, D. L. Danos mecânicos em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, n.2, p.565-576, 2011.

MESQUITA, C. de M; COSTA, N. P. da; MANTOVANI, E. C.; ANDRADE, J. G. M. de; NETO, J. B. F.; SILVA, J. G. da; FONSECA, J. R.; PORTUGAL, F. A. F.; GUIMARÃES SOB°, J. B. Manual do produtor. Embrapa. Londrina, Paraná. 1998. Disponível em:<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/460388/1/doc112.pdf>> Acesso em: 11/05/2015.

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, set. 2002.

MOHSENIN, N. N. Physical properties of plant and animal materials. Amsterdam: Gordon and Breach Sc. Pub. Inc., 2nd ed., 1986.

PORTELLA, J. A. Colheita de Grãos Mecanizada – Implementos, Manutenção e Regulagem. Viçosa MG: Aprenda Fácil, 2001. 190 p.

SAMOHYL, R. Controle estatístico de qualidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SILVA, J. S. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas – Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 560p.

SILVA, R. P; CAMPOS, M. A. O; MESQUITA, H. C. B; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de milho no Triângulo Mineiro e Alto Parnaíba-MG. FAZU em Revista, Uberaba, n.1, p.3-10, 2004.

ZERBATO, C.; CAVICHIOLI, F. A.; RAVELI, M. B.; MARRAFON, M.; SILVA, R. P. Controle estatístico de processo aplicado à colheita mecanizada de milho. *Engenharia na agricultura*, Viçosa, MG, v. 21 n. 3, p. 261-270, 2013.