



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS URUTAÍ
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**AVALIAÇÃO DE PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DO MILHO EM TRÊS
COLHEDORAS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES VELOCIDADES E MESMA ROTAÇÃO
DO CILINDRO TRILHADOR**

EDSON HENRIQUE DA SILVA

URUTAÍ - GO
Agosto de 2023

EDSON HENRIQUE DA SILVA

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador (a) Prof.(a) Dr^a.: Raiane Ferreira de Miranda

URUTAÍ - GO

Agosto de 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S586a Silva, Edson Henrique da
AVALIAÇÃO DE PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DO
MILHO EM TRÊS COLHEDORAS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
VELOCIDADES E MESMA ROTAÇÃO DO CILINDRO TRILHADOR
/ Edson Henrique da Silva; orientadora Dr^a. Raiane
Ferreira de Miranda . -- Urutaí, 2023.
39 p.

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2023.

1. Colheita mecanizada. 2. Perda de grãos. 3.
Velocidade de deslocamento. I. Miranda , Dr^a. Raiane
Ferreira de, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo: _____

Nome completo do autor:

Ridson Henrique da Silva

Matrícula:

2019101200640163

Título do trabalho:

Avaliação de perdas na colheita mecanizada do milho com três colhedores em função de diferentes variedades e um novo método de colheita trabalhado

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ridson _____

Local

30 / 08 / 2019

Data

Ridson Henrique da Silva

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

J. Raiane Ferreira de Moura

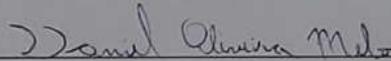
Assinatura do(a) orientador(a)

**AVALIAÇÃO DE PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DO MILHO EM TRÊS
COLHEDORAS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES VELOCIDADES E MESMA
ROTAÇÃO DO CILINDRO TRILHADOR**

EDSON HENRIQUE DA SILVA

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano –
Câmpus Urutai, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Agrícola.

Defendido e aprovado pela Comissão Examinadora em: 02 / 08 /2023 .



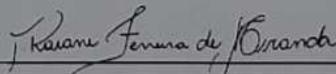
Esp. Daniel Oliveira Melo

Examinador



Prof. Me. Beethoven Gabriel Xavier Alves

Examinador



Prof.(a) Dr^a. Raiane Ferreira de Miranda

Orientadora

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus Pais, pois foram pessoas essenciais durante essa trajetória e também nunca mediram esforços para me garantir uma boa educação, pelos exemplos de vida e por todo amor que me deram.

Quero dedicar também a todas pessoas que fizeram parte dessa trajetória, entes queridos, familiares, amigos e professores.

AGRADECIMENTOS

A conclusão desse trabalho requer o reconhecimento de algumas das pessoas que estiveram envolvidas nesta longa jornada. Acima de tudo, agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado e por me proporcionar coragem, força, determinação e animo para chegar até aqui.

Agradeço especialmente a minha mãe (Érika Cristina dos Santos), ao meu pai (Jacinto Maurício Xavier), aos meus irmãos (Ketlin Cristina da Silva e Antônio Roberto dos Santos Neto), ao meu avô (Antônio Roberto dos Santos), *in memória* a minha avó (Jovieta Marquês dos Santos), e aos demais familiares pelo apoio, incentivo, paciência durante esse período.

Agradecer também a minha orientadora, Prof. Dr^a. Raiane Ferreira de Miranda, agradeço eternamente por sua confiança em mim, e por me ajudar com seus incentivos e por me proporcionar valiosas orientações, discussões, contribuições e correções durante a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso (Tcc).

A equipe da Fazenda Califórnia localizada no município de Campo Alegre de Goiás (GO), que me ajudou na aquisição de informações necessárias para o estudo, e agradecer principalmente ao senhor Alessandro Yoshiharu Tanaka por ser o responsável a me ajudar durante o período de coleta de dados e por compartilhar seus conhecimentos a mim.

Aos participantes da banca de defesa Daniel Oliveira Melo e Beethoven Gabriel Xavier Alves.

Não citarei os nomes dos meus colegas e amigos para não esquecer de ninguém, com quem tive a oportunidade de conviver durante minha graduação, para discussões e troca de experiências.

Finalmente, gostaria de agradecer aos professores do curso por todas as informações que me deram durante meus estudos.

“Toda experiencia transmitida com humildade e sabedoria é aceita, e terá sempre o profundo agradecimento das pessoas que se enriqueceram com mais conhecimento.”

(Autor desconhecido).

RESUMO

A colheita do milho é uma das etapas mais importantes da atividade agrícola, e se não for monitorada, as perdas que ocorrem nessa fase podem comprometer a produtividade e conseqüentemente a rentabilidade do processo produtivo. Portanto, o objetivo do trabalho foi quantificar as perdas na colheita mecanizada da cultura, ocorrida em diferentes velocidades, porém na mesma rotação do cilindro trilhador (400 RPM) em colhedoras da marca John Deere, sendo três modelos (uma no modelo S680 ano 2016, e duas no modelo S780 ano 2019 e 2021). Foram quantificadas as variáveis de impureza, grãos inteiros, grãos deformados, grãos quebrados, e as perdas foram medidas e expressas em kg ha⁻¹. O presente trabalho foi desenvolvido em uma área na Fazenda Califórnia no município de Campo Alegre de Goiás, no Estado de Goiás (GO). As cultivares de milho utilizadas foram: Agroeste 1868 e Dekalb 255 PRO 4, ambos de ciclo precoce, sendo cultivado no período verão. As perdas na plataforma não variaram em relação a velocidade de colheita. Contudo, de acordo com os resultados obtidos, para minimizar a perda de grãos de milho durante a colheita, a velocidade recomendada é de 4,5 km h⁻¹ a 5,0 km h⁻¹, ou seja, recomenda-se colher em velocidade inferior a 5,0 km h⁻¹. As perdas no mecanismo interno só aumentam de acordo com o aumento da velocidade de deslocamento.

Palavras-chave: Colheita Mecanizada; Perda de Grãos; Velocidade de Deslocamento.

ABSTRACT

Corn harvesting is one of the most important stages of agricultural activity, and if not monitored, the losses that occur in this phase can compromise productivity and consequently the profitability of the production process. Therefore, the objective of this work was to quantify the losses in the mechanized harvesting of the crop, which occurred at different speeds, but at the same threshing cylinder rotation (400 RPM) of the John Deere harvesters, being three models (one in the S680 model year 2016, and two in the S780 model year 2019 and 2021). Being quantified the impurity variables, whole grains, grains undeformed, broken grains, and losses were weighed and expressed in kg ha⁻¹. The present work was developed in an area of Fazenda California in the municipality of Campo Alegre de Goiás, in the State of Goiás (GO). The maize cultivars used were: Agroeste 1868 and Dekalb 255 PRO 4, both of early cycle, being cultivated in the summer period. The losses on the platform did not have such a large variation in relation to the harvesting speed. Therefore, according to the results obtained, to minimize the loss of corn grains during harvest, the most recommended speed is 4.5 to 5.0 km h⁻¹, that is, it is recommended to harvest at a speed lower than 5,0 km h⁻¹. Losses increase with increasing displacement speed. And there was no significant difference between the sizes of the areas used for data collection.

Keywords: Mechanized Harvest; Grain Loss; Displacement speed.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Plataforma de corte de milho.....	16
Figura 2: Plataforma de corte de milho e seus componentes.....	17
Figura 3: Canal de alimentação.....	18
Figura 4: Exemplo de um cilindro de barras com exemplo de regulagem do côncavo.....	18
Figura 5: Mecanismo de trilha Radial.....	19
Figura 6: Sistema Axial.	20
Figura 7: Sistema Convencional com o Axial.	20
Figura 8: Saca-Palhas com aberturas na sua base.	21
Figura 9: Sistema de limpeza, bandeirão.	22
Figura 10: Saca-Palhas.....	22
Figura 11: Localização In Loco.	25
Figura 12: Colhedora utilizada no experimento.....	27
Figura 13: Processos Realizados.....	27
Figura 14: Perdas no mecanismo interno 1,5 m ² . Erguimento do Espalhador.....	28
Figura 15: Área utilizada no experimento 1,5 m ²	28
Figura 16: Sistemas Avaliativos.	29
Figura 17: Sequência (A, B, C) feita para a aquisição de amostras. (A) Delimitação da área. (B) Peneiração, coleta e identificação. (C) Pesagem.	29
Figura 18: Perdas Gerais.....	32
Figura 19: Gráfico Monitor.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Mecanização na colheita do milho.....	15
2.2 Perdas de grãos de milho durante a colheita	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Local do experimento.....	25
3.2 Implantação da cultura	26
3.3 Avaliação das perdas.....	26
3.4 Memorial de Cálculos	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5. CONCLUSÃO	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem desenvolvendo uma agricultura comercial de grande escala, consequência do avanço da pesquisa e tecnologia, oferecendo ao produtor sementes melhoradas visando maior produtividade de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015). O Brasil está entre os maiores produtores e exportadores de grãos do mundo, devido a sua alta produtividade, resultado da utilização de alta tecnologia aplicada em agricultura acompanhada de planejamento agrícola (OSAKI e BATALHA, 2014).

As condições climáticas favoráveis aos cultivos, juntamente à disponibilidade de terras agricultáveis, permitem que o país seja um dos principais exportadores de alimentos do mundo (ARRUDA; DENADAI, 2016). O agronegócio no Brasil é um dos maiores setores do país, exportando o equivalente a 41,5 milhões de toneladas safra 2021/22 destacando o aumento das estimativas de exportações (CONAB, 2022).

A estimativa para a safra 2022/23 indica uma produção de 312,2 milhões de toneladas, 15% ou 40,8 milhões de toneladas superior à obtida em 2021/22. Com a conclusão da semeadura das culturas de primeira safra em dezembro, as atenções se voltam para a evolução das lavouras e os efeitos do comportamento climático, que deverá definir a produtividade (CONAB, 2022).

Uma das variáveis determinantes da produção está relacionada à colheita da cultura. No Brasil, a colheita do milho é iniciada, com raras exceções, quando os grãos estão com o teor de água entre 18% e 20%, sendo está a recomendação preconizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2007). Em outros países, como exemplo nos Estados Unidos, a recomendação é de que a colheita seja realizada quando o teor de água dos grãos estiver entre 20% e 25% (WEINBERG et al., 2008).

O ponto de maturidade fisiológica seria o momento ideal para se realizar a colheita, pois é nesse estágio fenológico que os grãos de milho apresentam a máxima qualidade e acúmulo de massa seca e reduzida incidência de patógenos (MARQUES et al., 2011, SCHUH et al., 2011, DI DOMENICO et al., 2015), sem considerar que o atraso na colheita também promove perdas nutricionais e quantitativas dos grãos (WEINBERG et al., 2008).

Durante a colheita mecanizada podem ocorrer perdas devido a inúmeros fatores. Caso não sejam monitorados, podem comprometer a produtividade e consequentemente a rentabilidade do processo

produtivo. Por isso é necessário analisar as perdas durante a colheita mecanizada para deixar os níveis dentro dos parâmetros aceitáveis (ALVES et al. 2015).

Dentre os fatores que podem influenciar as perdas na colheita mecânica destaca-se a cultivar, a densidade de semeadura, o espaçamento entre linhas, preparo de solo, época incorreta de semeadura, competição com plantas daninhas, atraso na colheita, umidade inadequada e a má regulagem da colhedora (TABILE et al., 2008 apud DAVIS, 1964; BALASTREIRE, 1987; SILVA et al., 2004; EMBRAPA, 2006). As perdas nos mecanismos internos da máquina se iniciam no sistema de trilha, quando a espiga sai da plataforma, passando pelo cilindro debulhador e a superfície côncava. A rotação do cilindro pressiona a espiga contra a superfície côncava, separando o grão do sabugo (LOUREIRO et al. 2009).

Desta forma objetivou-se com esse trabalho determinar as perdas na colheita mecanizada do milho, fazendo o sistema comparativo entre três colhedoras da marca John Deere, dos modelos S680 e S780, cada colhedora operando em uma velocidade de deslocamento, sendo $4,5 \text{ km h}^{-1}$, $5,0 \text{ km h}^{-1}$, $5,5 \text{ km h}^{-1}$, mantendo a mesma velocidade de rotação do cilindro trilhador em 400 RPM.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mecanização na colheita do milho

O milho (*Zea mays*) é uma gramínea da família Poaceae, é uma espécie anual, estival, cespitosa, ereta, com baixo afilhamento, monóico-monoclina, classificada no grupo das plantas C-4, com ampla adaptação a diferentes condições de ambiente. O período de desenvolvimento varia de cada híbrido e também do ambiente. A taxa de desenvolvimento dessa cultura pode sofrer modificações por inúmeros fatores, tais como radiação solar, fotoperíodo, temperatura, fertilidade do solo e disponibilidade hídrica (AGROLINK, 2016).

O milho é de origem tropical, por isso para que se tenha um bom desenvolvimento e produção a planta exige durante seu ciclo, temperatura, luminosidade e umidade adequadas. Para uma plena produtividade, há necessidade de precipitação em torno de 350-500 mm no verão, sendo a fase crítica a do espigamento-maturação na qual o gasto hídrico pode alcançar de 5,0 - 7,5 mm diários. Essa quantidade de água disponível para a cultura vai depender da profundidade explorada pelas raízes, da capacidade de armazenamento de água no solo e da densidade radicular da planta (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000). O milho é um cereal de alta qualidade nutritiva, fundamental para agricultura brasileira, estando presente em todas as regiões do país (ECKERT et al., 2018; EMBRAPA, 2019; CONAB, 2021).

Os bons resultados nas colheitas e no produto final estão relacionados à participação de tecnologias nos campos, com grande relevância para a mecanização, pois a produção brasileira vem aumentando tanto em área plantada, quanto em produtividade e requer rapidez e qualidade na hora da colheita (CONAB, 2014).

Desse modo, a mecanização exerce a sua função sobre processos agrícolas aumentando a produtividade do sistema e do trabalho; otimizando o uso de tempo; reduzindo perdas na produção; aumentando a qualidade dos produtos e melhorando a qualidade de vida dos trabalhadores da lavoura (EMBRAPA, 2016).

O uso de máquinas com a capacidade de colher espigas e separar os grãos do sabugo, trouxe consigo inúmeras vantagens aos produtores, pois tornou o processo muito mais eficiente e rápido que o manual, onde a colheita pode ser realizada mais tardiamente, deixando que a planta faça sua maturação fisiológica de forma adequada (LOUREIRO, 2009).

A operação realizada por uma colhedora combinada automotriz pode ser dividida em diversas etapas: corte, alimentação, trilha, separação e limpeza, todas ocorrendo na máquina durante o processo de colheita. Às colhedoras são acopladas plataformas de corte, as quais tem a função de realizar o corte das plantas e conduzi-las para a esteira alimentadora (BALASTREIRE, 1987).

O sistema de corte e alimentação desempenha a função de cortar ou recolher uma leira e transportar o material colhido para o sistema de trilha (Figura 1 e 2). É composto de plataforma e condutor longitudinal (canal alimentador). A plataforma é o mecanismo para o corte e recolhimento das plantas, constituído por barra segadora, molinete, condutor transversal e separadores (divisores). O condutor longitudinal ou canal alimentador, é o responsável pelo transporte do material recolhido pela plataforma até o sistema de trilha (SILVEIRA, 2001).

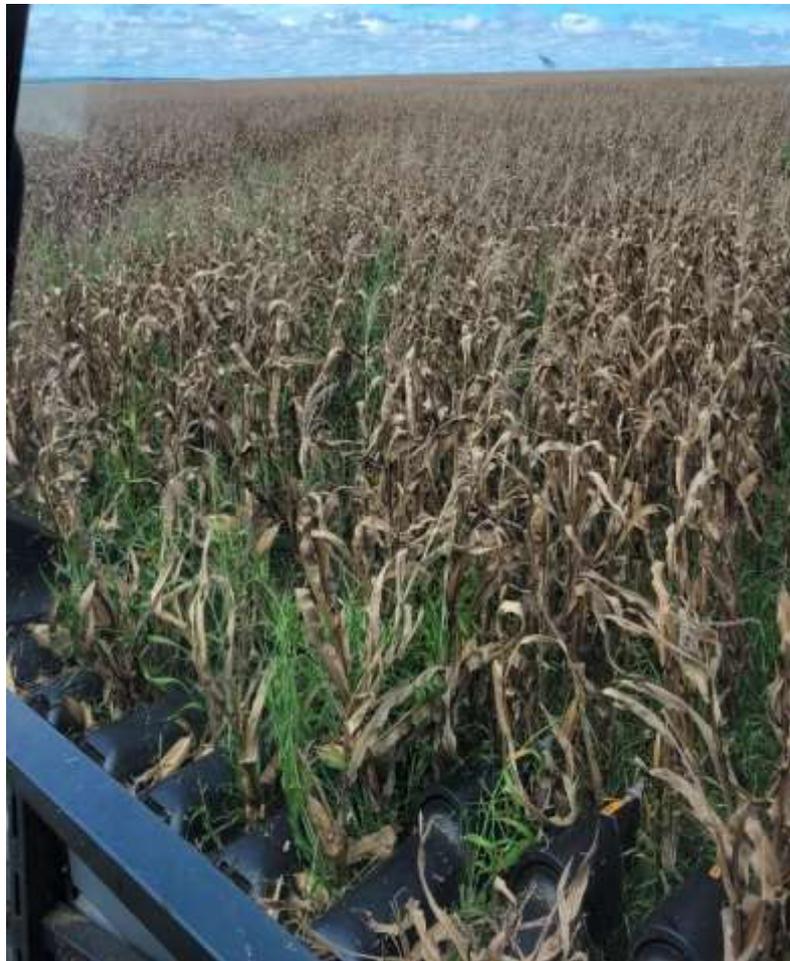


Figura 1: Plataforma de corte de milho. Fonte: (Zanetti, 2023).



Figura 2: Plataforma de corte de milho e seus componentes.
Fonte: DocPlayer, 2016.

Para realizar o ajuste da plataforma de corte de milho deve-se dimensionar a distância entre os separadores de acordo com o espaçamento das linhas da cultura. No momento da colheita estes devem permanecer paralelos ao solo e a plataforma ajustada para ficar um pouco abaixo da altura das espigas, de forma que ela fique o mais alto o possível, sem que ocorra a perda de espigas. Assim, se evita a admissão de massa desnecessária, seja de plantas daninhas ou do próprio colmo do milho, que pode vir a causar acúmulo de sujeira no tanque graneleiro e embuchamento da colhedora. As chapas espigadeiras devem ter a distância ajustada de acordo com a grossura do colmo (MESQUITA et al., 1998).

O canal alimentador apresenta duas funções a de transportar o material da plataforma de corte até a unidade de trilha e interligar a plataforma. O transporte é realizado por meio de uma esteira alimentadora constituída de três correntes interligadas por travessas em forma de “U” ou “L”, abrangendo todo o canal alimentador (Figura 3). O canal alimentador e a plataforma são interligados por um sistema de engate rápido (MORAES et al, 2005).

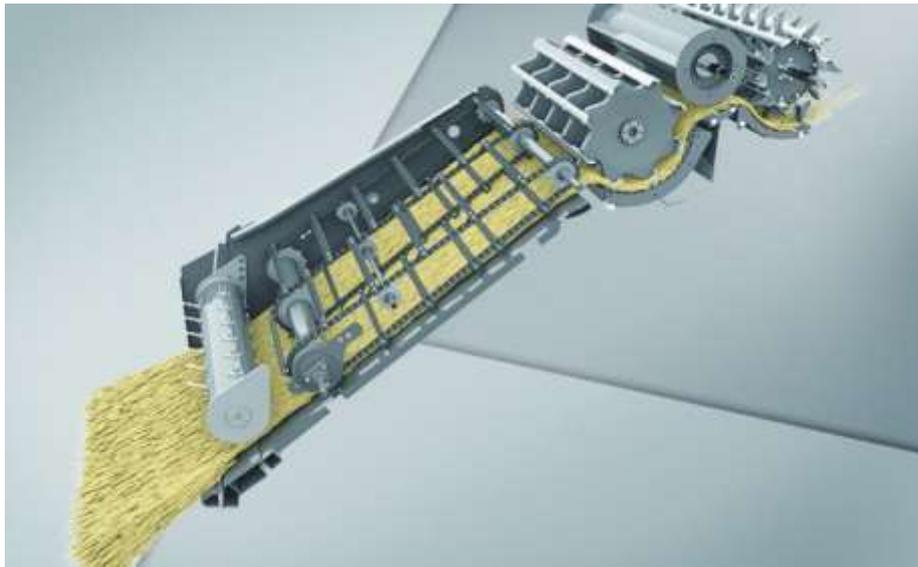


Figura 3:Canal de alimentação. Fonte: AgriExpo.

No sistema de trilha é efetuado a debulha do material cortado, onde trilhar significa remover os grãos das vagens, das espigas ou das panículas, como no caso da soja, do trigo, do arroz e do milho, por exemplo. Mais de 70% dos grãos são separados nessa área da colhedora, isto é, quando passam através do côncavo para o bandejão. Os 30% restantes são separados pelas demais unidades do equipamento (FAGENELLO, 2018).

Na trilha tem-se a presença do cilindro de trilha e do côncavo. Onde o cilindro de trilha é composto de barras estriadas dispostas sobre uma estrutura metálica em forma de cilindro. Tem a função de exercer ações mecânicas de impacto, compressão e atrito, por esfregamento. Já o côncavo possui forma aparente de uma calha tendendo a envolver o cilindro de trilha. Composto de barras estriadas unidas por estrutura metálica que toma forma de uma grelha que permite a filtração das sementes, vagens e fragmentos de vagens e de hastes (NUNES, 2016). Na figura 4 temos um exemplo da trilha.



Figura 4: Exemplo de um cilindro de barras com exemplo de regulagem do côncavo. Fonte: Nunes (2016).

Os mecanismos de trilha podem ser do tipo radial (tangencial), axial ou híbridos. O sistema radial (Figura 5), possui cilindro e côncavo na transversal, a trilha acontece através do acesso do material cortado pela esteira, passando entre o cilindro e o côncavo onde acontece a trilha. Grande parte dos grãos separados na trilha desce pelo côncavo em direção ao sistema de limpeza e a palha graúda é conduzida para o saca-palhas, passando pelo batedor traseiro, recebendo impacto contra o pente do côncavo complementando a trilha e contribuindo na separação (PINHEIRO, 2014).



Figura 5: Mecanismo de trilha Radial. Fonte: UFV (2011).

O sistema de trilha radial é o mais agressivo para as sementes. A trilha realizada entre o cilindro e o côncavo tem uma ação rígida envolvendo simultaneamente atrito, compressão e impacto (COSTA et al., 2001).

O mecanismo de trilha axial (Figura 6) consiste em um cilindro com dentes dispostos helicoidalmente posicionado de forma axial em relação a um côncavo formado por uma chapa perfurada curva. Ao final do mecanismo há um cilindro batedor, cuja função é remover a palha que eventualmente fique retida (BALASTREIRE, 1987). As colhedoras de fluxo axial tendem a apresentar menores perdas em relação às de fluxo radial, devido a maior eficiência de trilha, conforme afirmado por Machado (2004) e Campos et al. (2005). As principais regulagens na etapa de trilha e debulha são a abertura entre o cilindro e o côncavo e a velocidade do cilindro. Além disso a grelha do côncavo deve ser mantida limpa, o cilindro e o côncavo devem estar paralelos e no caso do milho, devem ser instaladas chapas de cobertura do cilindro (MESQUITA et al., 1998).



Figura 6: Sistema Axial. Fonte: Farias (2015).

O sistema híbrido (Figura 7) é uma união do sistema convencional com o axial, ou seja, a trilha é realizada por um cilindro, batedor e côncavo posicionados transversalmente em relação a linha de deslocamento da colhedora e, a separação é realizada por dois rotores longitudinais envolvidos com grelhas de separação (CLASS, 2001).



Figura 7: Sistema Convencional com o Axial. Fonte: Massey Ferguson.

As operações desenvolvidas no sistema de trilha e separação da colhedora têm por função destacar os grãos das partes da planta, separando-os dos restos de cultura (caule, espigas, vagens, panículas e folhas). A porcentagem de separação nesta unidade encontra-se, normalmente, entre 60 a 90%, isso quer dizer que quase todos os grãos são separados dos restos da cultura na unidade de trilha e separação (MACHADO, 2003).

Segundo MESQUITA et al. (1998) as perdas que ocorrem na trilha, separação e limpeza são menores do que as da plataforma de colheita, mas a trilha é a operação de maior importância da colhedora, pois é ela quem vai determinar a qualidade do material. Entretanto, estas perdas são praticamente eliminadas quando a máquina for bem regulada.

Conforme Portella (2000) o funcionamento de toda colhedora depende diretamente do sistema de trilha, uma vez que, não funcionar adequadamente, todos os outros sistemas serão afetados.

Em seguida começa a etapa de separação, que tem a função de separar os grãos debulhados, os grãos não debulhados e a palha (Figura 8). Os grãos debulhados são separados passando pelas barras do côncavo e pela grelha do cilindro batedor e, também, no saca-palhas, que tem a função de conduzir a palha para o picador de palha enquanto os grãos debulhados são dirigidos a uma bandeja que fica sob esse mecanismo (BALASTREIRE, 1987).



Figura 8: Saca-Palhas com aberturas na sua base. Fonte: Vendasrurais.com.br, 2020.

Os principais ajustes dos mecanismos de separação são: a extensão regulável do côncavo, a limpeza das grelhas do saca-palhas e a posição das cortinas retardadoras. A extensão do côncavo direciona o material que vem da trilha para o saca-palhas. Sobre o saca-palhas estão as cortinas, que tem a função de atrasar a saída da palha, deixando mais eficiente a recuperação dos grãos em meio a ela (MESQUITA et al., 1998).

Já a etapa de limpeza ocorre pela ação combinada da peneira superior, da peneira inferior e do ventilador (Figura 9). A peneira superior é composta de chapas retangulares dentadas e superpostas, podendo ter a inclinação da chapa ajustada em relação as outras para a regulagem da abertura da peneira. A peneira inferior possui uma composição similar à peneira superior, porém com aberturas menores (BALASTREIRE, 1987).



Figura 9: Sistema de limpeza, bandeirão. Fonte: Agrolink.

A palha proveniente do saca-palhas e rotor são picadas e distribuídas ao solo, através do picador de palhas e aletas direcionadoras (Figura 10). O comprimento da palha pode ser regulado pela rotação do picador, velocidade de deslocamento da colhedora e distância das contra-facas. O picador pode ser substituído por um espalhador de palha (NEW HOLLAND, 2000 *apud* MAZETTO, 2008).



Figura 10: Saca-Palhas. Fonte: Nunes (2016).

2.2 Perdas de grãos de milho durante a colheita

As perdas podem ser consideradas de duas formas: qualitativa e quantitativa. As perdas qualitativas podem estar atreladas a velocidade do cilindro que causa quebra dos grãos, já as perdas quantitativas são aquelas que afetam a quantidade de grãos (GERAGE et al. 1998 *apud* SILVA 2004).

São consideradas perdas quantitativas as porcentagens de grãos que ficam na lavoura após a colheita mecanizada, podendo ser divididas em pré-colheita, perdas nos mecanismos internos e a principal na plataforma espigadora (MANTOVANI, 1989 *apud* LOUREIRO, 2009).

Com alto grau de tecnologia empregada na produção, ocorrem perdas consideráveis oriundas da colheita mecanizada, reduzindo o lucro dos produtores e a produtividade. Muitas dessas perdas

poderiam ser evitadas, como exemplo, realizando manutenção periódica nos equipamentos, e treinamento e conscientização da mão-de-obra (VENEGAS et al., 2012).

No Brasil, milhões de sacas de grãos são perdidas durante a colheita das principais culturas, estando essas perdas muito acima do que é aceitável (PINHEIRO, 2014). Apesar dos avanços da tecnologia na agricultura, principalmente referente às colhedoras, observa-se a falta de cuidados e de conhecimento por parte dos operadores, resultando em perdas de grãos elevadas (PINHEIRO, 2014).

As perdas de grãos na fazenda são consequência de diversos fatores que vão desde a condição de conhecimento e capacidade do operador das máquinas, o estado de conservação das máquinas, da velocidade adequada na lavoura/máquina, regulagens de acordo com as condições climáticas e manutenção durante o turno de trabalho, entre outros (FERREIRA et al., 2007).

Um dos fatores que mais afetam as perdas na colheita mecanizada é a velocidade de operação. A maneira mais correta para determinar a velocidade é calcular a produtividade da cultura em relação à capacidade admissível de trabalho da colhedora. Os limites recomendados para o trabalho são de 3 a 7 km h⁻¹. Quando for ultrapassado esse limite, há um sobrecarregamento no sistema de trilha colhedora, aumentando as perdas não trilhadas (CUNHA et al., 2007).

A velocidade de deslocamento da colhedora, o espaçamento reduzido e espaçamento convencional, não trazem só perdas quantitativas, mas também, dependendo das condições, podem trazer perdas qualitativas. Além de fatores de perdas da colhedora, muitas vezes temos o clima influenciando em algumas perdas, por exemplo com uma umidade de grãos maior se tem maiores perdas nos mecanismos internos da colhedora, já nas perdas de plataforma não se tem alteração quando feita colheita do produto com maior umidade (LOUREIRO et al., 2012).

Segundo Mesquita et al. (1998), as perdas que ocorrem na trilha, separação e limpeza são menores do que as da plataforma de colheita, mas a trilha é a operação de maior importância da colhedora, pois é ela quem vai determinar a qualidade do material. Entretanto, estas perdas são praticamente eliminadas quando a máquina for bem regulada.

Muitas vezes as colhedoras não só sofrem perdas maiores ou menores somente pela diferença de velocidade de deslocamento, velocidade do cilindro trilhador, abertura do côncavo, mas sim esses fatores atribuídos a outros, tais como muitas com o aumento ou diminuição da velocidade podemos ter um aumento nas perdas de plataforma, mas ao mesmo tempo uma diminuição de perdas no sistema interno, não trazendo assim diferença significativa nas perdas totais da colhedora (LOUREIRO et al 2012).

Por todas essas variáveis como umidade, velocidade da colhedora, velocidade do cilindro trilhador, abertura do côncavo (MANTOVANI, 2015), considera que um especialista em colhedora pode regular a máquina para perder as seguintes quantidades:

- Perda de grãos atrás da máquina 0 a 60 kg ha⁻¹;
- Perda de grãos na frente da máquina, ocasionada pelo rolo espigador 24 a 60 kg ha⁻¹;
- Perda por separação (perda atrás - perda na frente) 12 a 30 kg ha⁻¹;
- Perda de grãos no sabugo ocasionado pelo cilindro 12 a 30 kg ha⁻¹;
- Perdas totais 36 a 150 kg ha⁻¹;

De acordo com Mantovani (2015) as perdas que acontecem de espigas na colheita são mais influenciadas pela característica da planta, já as perdas de grãos atrás da máquina, perdas de grãos no sabugo, e perdas na frente da máquina são mais influenciadas pela regulagem da colhedora.

A colheita mecanizada vem buscando cada vez mais diminuir as perdas no campo, e também realizar cada vez mais rápido o processo de colheita. Diante disso torna-se necessário toda cautela possível para evitar perdas, caso isso não ocorra todo trabalho realizado pré colheita pode ser perdido. Para haver sucesso em todo processo produtivo, a regulagem correta e a qualidade na operação serão fatores decisivos (ZERBATO et al. 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Campo Alegre de Goiás no estado de Goiás (GO), na Fazenda Califórnia ((17°23'44'') S, (47°53'25'') O, e elevação de 960 m)), dentro da safra de milho verão 2022/2023.



Figura 11: Localização In Loco. Fonte: Google Earth, SIRGAS 2000.

Para a aquisição de informações necessárias no estudo, foi necessário entrar em contato direto com produtor e trabalhadores da propriedade, o que possibilitou uma avaliação da lavoura e das realidades de perdas que impactam anualmente a cadeia produtiva de grãos em geral.

O experimento foi realizado em uma área homogênea, e para que fosse realizado a avaliação das perdas foi utilizado um sistema de comparação entre três colhedoras, por meio de variações das velocidades de trabalho de cada uma. O experimento foi dividido em três unidades experimentais, para as avaliações foram demarcadas parcelas de 100 m de comprimento, para demarcar as áreas destinadas, foi utilizado um receptor de GPS (Global Positioning System), sendo essas áreas superiores a 1 hectare sendo baseado na norma ASAE S396.2 (1998). Cada parcela possuía 100 m de comprimento e 10 m de

largura, seguindo os parâmetros da fazenda. As velocidades de deslocamento de operação nas colhedoras foram de 4,5 km h⁻¹, 5,0 km h⁻¹ e 5,5 km h⁻¹, fazendo com que cada máquina se desloca em uma velocidade, em três áreas amostrais e considerando a realização da coleta em dois pontos de coleta em cada área amostral.

3.2 Implantação da cultura

O período de semeadura foi realizado no sistema de plantio direto no dia 07/11/2022 sobre resteva de soja, juntamente com o sistema Santa-Fé, em uma área de aproximadamente 319 ha. Para a execução foi utilizado uma semeadora apenas da marca John Deere, modelo 2128 (28 linhas).

O milho utilizado é um híbrido da marca Agroeste 1868 e Dekalb 255 Pro 4, de ciclo precoce, o espaçamento entre linha e de 50 cm, com uma 3,6 planta por metro linear totalizando uma distribuição de 72.000 sementes por hectare. Antes da semeadura foi feita a distribuição do adubo à lanço, distribuindo 420 kg ha⁻¹ de adubo formulação (10-20-20).

Foi feita uma adubação de cobertura total maneira única, distribuindo 320 kg ha⁻¹ de ureia (45-00-00), no entanto a aplicação ocorreu após a emergência do milho, quando já estava com a segunda folha totalmente emergida.

3.3 Avaliação das perdas

No experimento da colheita dos grãos foi realizada com três colhedoras autopropelidas John Deere, duas no modelo S 780 e uma no modelo S680, todas com cilindro de trilha de modo transversal. Cada colhedora foi acoplada a uma plataforma de corte de milho GTS, fabricada pela empresa GTS, com condutor helicoidal (caracol) de dez metros (20 linhas com espaçamento de 50 cm), colhendo simultaneamente 20 linhas. A altura da plataforma de corte usada na colheita foi de 50 cm, conforme a figura 12.



Figura 12: Colhedora utilizada no experimento. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

O experimento testado foi constituído pela combinação de diferentes velocidades de deslocamento com a mesma abertura do côncavo (25 mm) nas três colhedoras, mantendo a mesma velocidade do cilindro trilhador (400 rpm). A produtividade foi estimada após a conclusão da colheita final do talhão, onde foi feita a pesagem total colhida do experimento e foi dividido pela área.

As coletas para avaliação das perdas foram realizadas em março/2023 em determinados pontos da área de colheita, foi utilizado uma armação retangular da largura da plataforma 1 x 1 m totalizando 1 x 10 m na parte da frente e 1 x 1,5 m nas perdas do mecanismo interno que foi feito o erguimento do espalhador, e com isso a colhedora joga os resíduos dentro 1,5m, de acordo com as Figuras 13, 14 e 15.



Figura 13: Processos Realizados. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.



Figura 14: Perdas no mecanismo interno 1,5 m². Erguimento do Espalhador. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.



Figura 15: Área utilizada no experimento 1,5 m². Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

As características avaliadas foram:

- a) Perdas na plataforma de corte: de forma simples a colhedora estando em funcionamento dentro do local escolhido, depois de parada, a colhedora se retira para trás, onde foi colocado a armação na frente da colhedora e coletados os grãos (1,0 m x 10 m). Os grãos coletados foram armazenados em sacolas plásticas que foram identificadas com auxílio de marcador permanente.
- b) Perdas no mecanismo interno: erguimento do picador de palha da colhedora para que pudesse jogar os resíduos dentro de 1,5 m, com isso ela é deslocada numa distância de 100 m, a coleta

foi realizada após a passagem da colhedora, em local contendo o despojo arremessado pela máquina dentro da área delimitada 1,0 m x 1,5 m (Figura 16).

- c) Perda total da colhedora: resultado de perda obtidas nos espalhadores.
- d) Pesagem: é realizada a pesagem de cada amostra coletada em balança digital de precisão. Para o cálculo das perdas ocorridas nos mecanismos internos foram subtraídos os valores de perdas ocorridas na plataforma dos valores de perdas totais. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

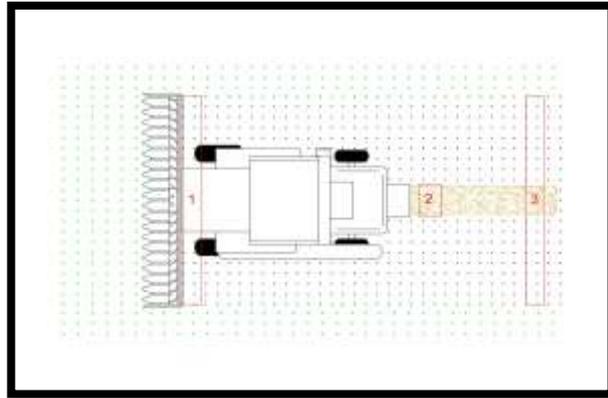


Figura 16: Sistemas Avaliativos. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023



Figura 17: Sequência (A, B, C) feita para a aquisição de amostras. (A) Delimitação da área. (B) Peneiração, coleta e identificação. (C) Pesagem. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Após a realização desses processos, as parcelas coletadas foram convertidas em kg ha^{-1} , e a massa de grão avaliada quanto a umidade.

3.4 Memorial de Cálculos

Cálculo da conversão de (g) para kg/ha .

- Modelo S780 (19).

- ✓ Dados:

- Velocidade de Deslocamento (V) → 5,0 km/h.
- Perda Total (PT) (Plataforma + Mecanismo Interno) 1,5 m² → 60,5 g ÷ 1000 = 0,0605 kg.
- Perda na Plataforma (P) 10 m² → 15,5 g ÷ 1000 = 0,0155 kg.
- 1 Hectare → 10000 m².

- ✓ Perda Total (PT) 1,5 m² → 0,0605 kg.

$$10 \text{ m}^2 \Rightarrow 0,0605 \text{ kg}$$

$$10000 \text{ m}^2 \Rightarrow X$$

$$X = (10000 * 0,0605) \div 10 \rightarrow 60,5 \text{ kg ha}^{-1}.$$

- ✓ Perda na Plataforma (P) 10 m² → 0,0155 kg.

$$10 \text{ m}^2 \Rightarrow 0,0155 \text{ kg}$$

$$10000 \text{ m}^2 \Rightarrow Y$$

$$Y = (10000 * 0,0155) \div 10 \rightarrow 15,5 \text{ kg ha}^{-1}.$$

- ✓ Perda Mecanismo Interno (MI):

$$MI = PT - P$$

$$MI = 60,5 \text{ kg/ha} - 15,5 \text{ kg/ha}$$

$$MI = 45 \text{ kg ha}^{-1}.$$

Os demais cálculos das perdas das outras colhedoras estão direcionados com os resultados diretos.

- ✓ Modelo S780 (21).

- Velocidade de Deslocamento (V) → 4,5 km/h.

- Perda Total (PT) (Plataforma + Mecanismo Interno) $1,5 \text{ m}^2 - 0,0599 \text{ kg} \rightarrow 59,5 \text{ kg ha}^{-1}$.
 - Perdas na Plataforma (P) $10\text{m}^2 - 0,015 \text{ kg} \rightarrow 15 \text{ kg ha}^{-1}$.
 - Mecanismo Interno (MI) $\rightarrow 44,5 \text{ kg ha}^{-1}$.
- ✓ Modelo S680 (16).
- Velocidade de Deslocamento (V) $\rightarrow 5,5 \text{ km/h}$.
 - Perda Total (PT) (Plataforma + Mecanismo Interno) $1,5 \text{ m}^2 - 0,066 \text{ kg} \rightarrow 66,0 \text{ kg ha}^{-1}$.
 - Perdas na Plataforma (P) $10\text{m}^2 - 0,0235 \text{ kg} \rightarrow 23,5 \text{ kg ha}^{-1}$.
 - Mecanismo Interno (MI) $\rightarrow 42,5 \text{ kg ha}^{-1}$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à característica dessa safra, o teor médio de umidade do milho atingiu 16%, e a produtividade média chegou a 12.660 kg ha⁻¹, ou 211 sacas por hectare. Durante a avaliação das perdas, o clima estava nublado. Os valores de perdas observados durante a colheita em três colhedoras cada uma em uma velocidade (4,5 km h⁻¹, 5,0 km h⁻¹, 5,5 km h⁻¹) mantendo a mesma rotação do cilindro com deslocamento de 400 rpm e considerando dois pontos de coleta em cada área amostrais, estão apresentados na Figura 18.

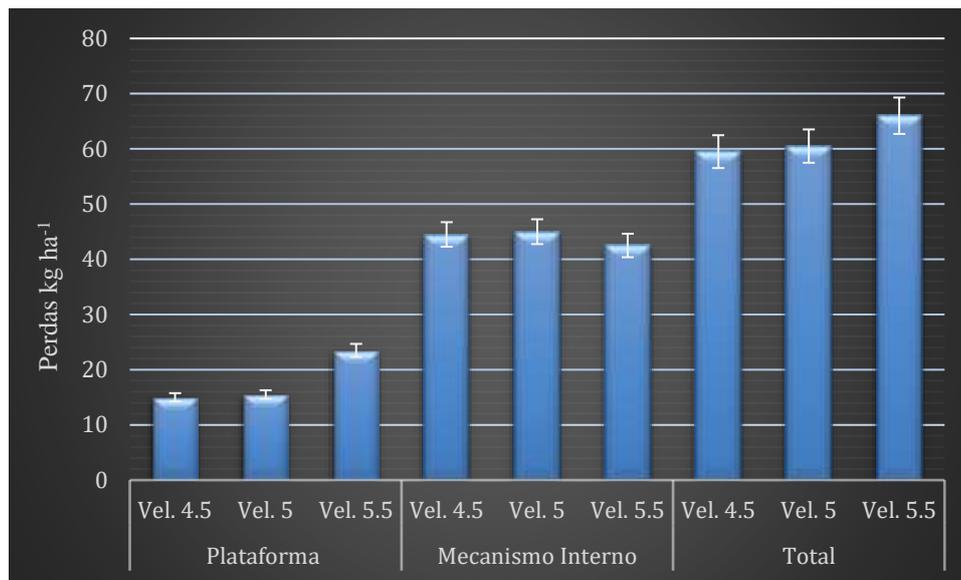


Figura 18: Perdas Gerais. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Independentemente da velocidade e localização da perda, o mecanismo interno foi onde observou-se maiores perdas, embora tenha havido uma pequena diferença na velocidade de 5,5 km/h entre a velocidade de deslocamento e o mecanismo de perda na plataforma da máquina e no sistema de separação e limpeza.

No entanto, as velocidades de 4,5 km h⁻¹ e 5,0 km h⁻¹ apresentam valores diferentes em relação à velocidade de 5,5 km h⁻¹. Isso aconteceu devido à grande variação nos resultados de velocidade máxima. Essa grande diferença de resultados pode ser devido a fatores internos da máquina, ou o operador pode ter dificuldade em fazer os ajustes de velocidade necessários no tempo que lhe é destinado.

Observando os valores na Figura 18, as perdas mínimas ocorridas na separação e limpeza foram verificadas nas velocidades de deslocamento de 4,5 km h⁻¹ e 5,0 km h⁻¹, não havendo diferença significativa entre elas, porém, a perda mínima foi verificada em um deslocamento de 4,5 km h⁻¹. As maiores perdas na separação e limpeza foram observadas na menor e na maior velocidade de

deslocamento da colhedora, respectivamente, e apresentaram diferenças significativas em relação às velocidades intermediárias, mas não diferiram significativamente entre si. Observou-se um gráfico no monitor da colhedora que trabalhou na velocidade de $4,5 \text{ km h}^{-1}$ apresentou um índice de perda muito pequeno (Figura 19).



Figura 19: Gráfico Monitor. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Ao analisar os resultados é possível observar que nas velocidades de deslocamento na colheita de $4,5 \text{ km h}^{-1}$, $5,0 \text{ km h}^{-1}$ e $5,5 \text{ km h}^{-1}$ em ambas áreas de coletas ocasionaram perdas menores que 60 kg/ha . As perdas consideram-se baixas, isso pode se dar pela máquina ter menos de 5 anos de uso, segundo SILVA et. al. (2004) colhedoras que apresentam até 5 anos de uso tem perdas menores se comparadas a colhedoras com idade superior a 6 anos.

Assim, a colhedora modelo S680 2016 é o modelo com mais perdas na plataforma e mecanismos internos, enquanto os modelos S780 2019 e 2021 apresentaram perdas menores.

Em relação aos prejuízos econômicos por perdas na colheita, levando em consideração a cotação do milho de acordo com site Cepea no dia (12/07/2023), o indicador Esalq/BM&FBovespa para os preços da saca de 60 quilos do milho fechou a R\$ 53,77, com quedas de 37% ante o mesmo período do ano passado e de 43,3% em dois anos. O valor pela saca de 60 kg, apresenta-se os valores correspondentes as perdas em cada local e velocidade da máquina colhedora, um total de R\$ 150,00 por hectare, sendo um valor extremamente aceitável dentro dos parâmetros. Esse aspecto econômico se dá

pelo fato de as máquinas serem novas e por estarem sempre em revisão, ou seja, uma boa manutenção na máquina reflete um bom desempenho na colheita.

Tendo em vista os resultados das últimas perdas reportadas e o fato de estarem abaixo dos parâmetros ideais, deve haver mais pesquisas na área de avaliação de perda de grãos. Isso ocorre porque há muitos fatores que contribuem casualmente para as perdas destes, incluindo atraso na colheita, variedades específicas, transporte, armazenamento, visando aprofundar melhorias nessas áreas.

5. CONCLUSÃO

Ao final desta avaliação a campo e operacionais, em que foram realizados os levantamentos das perdas na colheita mecanizada do milho, conclui-se que:

- a) As velocidades de $4,5 \text{ km h}^{-1}$ e $5,0 \text{ km h}^{-1}$ são recomendadas para a colheita do milho, pois essas velocidades apresentaram perdas dentro dos parâmetros aceitáveis;
- b) A velocidade da colhedora S680 (ano 2016) $5,5 \text{ km/h}$, proporcionou maior perda de grãos de milho, no entanto, está entre os parâmetros aceitáveis para colheita mecanizada do milho.
- c) Houve uma diferença nos resultados nas áreas de coleta de 10 m^2 e $1,5 \text{ m}^2$, em cada área amostral.
- d) As maiores perdas de grãos de milho ocorreram nos mecanismos internos da máquina.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROLINK **Característica do milho (Zea mays)**, 2016.

ALVES, F. B., FILHO, L.C.L., GOMES, F.H.F., DELMOND, J.G., **perdas na colheita mecanizada do milho (zea mays) em função da velocidade e rotação do cilindro trilhador**. Científic@-Multidisciplinary Journal, v. 2, n. 1, p. 130-143, 2015.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Combine capacity and performance test procedure**. St. Joseph, 1998. não paginado.

ARRUDA, L. G.; DENADAI, M. S. **Perdas no escoamento de grãos do Brasil**. n. 1994, 2016.

BALASTREIRE, L. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987.

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.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA) E CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (CNA). PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2023.

CLASS. **Manual do operador**. Stuttgart: CLASS, 2001. 290 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira – **Grãos**. Monitoramento agrícola - Safra 2021/22, v. 9, n.3. Brasília, DF: CONAB, 2021. 100p.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2022.

CONAB – A; **Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos**; V1 – Safra 2012/13, Brasília; Dez 2014

COSTA, N. P. et al. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três Estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 140-145, 2001.

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues; ZANDBERGEN, Hendricus Petrus. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, 2007.

ECKERT, C. T.; FRIGO, E. P.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; CHRIST, D.; SANTOS, W. G.; EGEWARTH, V. A. **Maize ethanol production in Brazil: characteristics and perspectives.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 82, p. 3907-3912, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistemas de Produção** Nº. 2: Milho. 3. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA / Centro Nacional de Pesquisas de Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.26, n.4, p.671-682, 2017 681 Milho e Sorgo, 2007. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/>.

EMBRAPA. **Mecanização e Agricultura de Precisão.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-mecanizacao-e-agricultura-de-precisao/nota-tecnica>.

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** SÉRIE DESAFIOS DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO (NT2) Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. 2019.

FAGANELLO, Antônio et al. **Colheita**, 2018.

FERREIRA, I. C.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A. **Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em função de velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha.** *Engenharia na Agricultura*, v.15, p.141-150, 2007.

FARIAS, M. S., et al. As maiores. **Cultivar máquinas**, ano 13, nº153, p. 20-29, jul. 2015.

GERAGE, Antônio Carlos et al. **Cadeia produtiva do milho: diagnóstico e demandas atuais no Paraná.** IAPAR, 1999.

LOUREIRO D. R., **perdas na colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamentos reduzido e convencional.** Viçosa Minas Gerais 2009.

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.** *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1351-1358, jul./ago. 2012.

MACHADO, A. L. T. Colhedoras de Fluxo Axial Reduzem Danos às Sementes. **Revista Seed News**, v. 2, n. 4, 2004.

MACHADO, A. L. T. **Colhedoras de fluxo axial reduzem danos às sementes.** *Revista Seed News*. jul./ago. 2003.

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

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária Abastecimento. **Dados básicos de economia agrícola**. Disponível em: colocar link Acesso em: 8 abr. 2023.

MANTOVANI, E. C. Componentes do sistema de colheita devem atuar em perfeita sintonia. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

MANTOVANI, E. C. **A colheita mecânica do milho**. Embrapa Milho e Sorgo Artigo em periódico indexado (ALICE), 1989.

MESQUITA, C. de M. et al. Manual do produtor: como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)**, 1998.

MESQUITA, C. DE M.; DA COSTA, N. P.; MANTOVANI, E. C.; DE ANDRADE, J. G. M.; NETO, J. B. F.; DA SILVA, J. G.; FONSECA, J. R.; PORTUGAL, F. A. F.; GUIMARÃES, J. B. Manual do produtor - como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz. **Embrapa**, p. 31, 1998.

MESQUITA, C. M.; GAUDÊNCIO, C.A. **Medidor de perdas na colheita de soja e trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982. 9 p. (EMBRAPA-CNPSo. Comunicado Técnico, 15).

MORAES, M. L. B. de; REIS, A. V. dos; MACHADO, A. L. T. **Maquinas para colheita e processamento de grãos**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2ª ed., , 2005. p. 39-96.

NUNES, José Luiz da Silva. **Tecnologia de sementes – colheita**, 2016.

OSAKI, M; BATALHA, M. O; Optimization model of agricultural production system in grain farms under risk, in Sorriso, **Brazil Agricultural Systems**. V. 127, p. 178–188, 2014.

PINHEIRO, P. P. Opções para colher bem. **Cultivar Máquinas**, p. 09-13. junho 2014. ISSN 1676-0158.

SILVA R. P., CAMPOS M. A. O., MESQUITA, H. C. B., ZABANI, S. **Perdas na colheita mecanizada de milho no triângulo mineiro e alto Paranaíba-mg** FAZU em Revista, Uberaba, n.1, p.3-10, 2004.

SILVEIRA, G. M. **Máquinas para colheita e transporte**. 4. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 289 p.

TABILE R. A., TOLEDO de 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, Curitiba, v.9, n.4, p.505-510, 2008.

UFV. **Pós-colheita**: tecnologia, pesquisa e informação. Universidade Federal de Viçosa. 2011.

VENEGAS, F.; GASPARELLO, A. V.; ALMEIDA, M. P. **Determinação de perdas na colheita mecanizada do milho (Zeamays l.) utilizando diferentes regulagens de rotação do cilindro trilhador da colheitadeira.** Ensaios e Ciência, v. 16, n. 5, p. 43-55, 2012.

WEINBERG, Z. G.; YAN, Y.; CHEN, Y.; FINKELMAN, S.; ASHBELL, G.; NAVARRO, S. The effect of moisture level on high-moisture maize (*Zea mays* L.) under hermetic storage conditions-in vitro studies. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 44, n. 2, p.136-144, 2008.

ZERBATO. C., et al. **CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO APLICADO À COLHEITA MECANIZADA DE MILHO/STATISTICAL PROCESS CONTROL APPLIED TO MECHANIZED MAIZE HARVEST WITH DIFFERENT CUTTING PLATFORMS.** Revista Engenharia na Agricultura, v. 21, n. 3, p. 261, 2013.