

AVALIAÇÃO DE PERDAS NA COLHEITA DO ALGODÃO EM DIFERENTES VELOCIDADES DE TRABALHO

Christyan de Sousa Soares Junior ¹

Eduardo Bruno Germano ¹

João Victor de Melo Cruz ¹

Lara Marie Guanais Santos ²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as perdas na colheita mecanizada do algodão em diferentes velocidades de trabalho. O estudo foi conduzido na Fazenda Progresso, localizada em Sebastião Leal, Piauí, durante a safra 2023/2024, utilizando uma colhedora JOHN DEERE modelo CP 690. Foram estabelecidas três velocidades de colheita, 5,4 km.h⁻¹, 6,4 km.h⁻¹ e 7,4 km.h⁻¹ para avaliação de perdas na planta e no chão, foram realizadas após a passada da máquina enquanto as perdas naturais foram avaliadas antes da colheita. Com os resultados obtidos, após a passada da máquina, por meio da análise estatística observou-se que a velocidade de 7,4 km.h⁻¹ foi a mais eficiente, não tendo diferença estatística entre as demais velocidades quando avaliada a perda total, e maximizando o rendimento operacional. A velocidade mais baixa apresentou melhores valores em termos de perda de algodão das plantas, mas resultou em maiores perdas no solo. Conclui-se que a escolha da velocidade de colheita deve ser otimizada conforme as necessidades de cada etapa, considerando as perdas totais e a eficiência operacional.

Palavras-chave: Perdas no chão, Perdas na planta, Qualidade de colheita, CP690.

INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das fibras mais antigas e amplamente conhecidas no mundo, domesticada há mais de quatro mil anos no sul da Arábia. Civilizações antigas, como os incas, já o utilizavam por volta de 4500 a.C. Registros antigos anteriores à Era Cristã indicam seu uso em regiões como Índia, Egito, Sudão e Ásia Menor, onde era considerado um produto essencial. A palavra "algodão" tem origem no árabe *al-quṭum*, língua do povo que primeiro produziu tecidos e papéis com essa fibra. A Europa começou a adotá-lo regularmente durante

¹Discentes em Mecanização em Agricultura de Precisão na FATEC Pompeia "Shunji Nishimura", Pompeia-SP. agro.joaocruz@gmail.com

²Docente do curso Mecanização em Agricultura de Precisão, FATEC Pompeia, Pompeia-SP.

as Cruzadas (AMPA, 2017).

O grande volume e a qualidade da pluma produzida no Brasil são fatores que impulsionam cada vez mais as exportações desse produto, consolidando o país como o maior exportador mundial de algodão em pluma. Além de sua excelente qualidade, o preço competitivo do algodão confere-lhe uma importância significativa no mercado global. Até julho de 2024, as exportações atingiram 1,56 milhão de toneladas, conforme dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). A expectativa é que mais 1,29 milhão de toneladas sejam exportadas até o final do ano, totalizando 2,85 milhões de toneladas (CONAB, 2024).

As perdas na colheita do algodão podem ser atribuídas a diversos problemas, entre os quais se destacam: o ponto de maturação, as condições de colheita, as configurações das máquinas, a velocidade de colheita, o porte das plantas, o tipo de máquina utilizada, a qualidade do solo, a variedade do algodão e os fatores climáticos (OOSTERHUIS, 1999).

Embora a colheita mecânica seja sempre mais rápida que a manual, ela resulta em perdas significativamente maiores, variando de 15 a 17% para a colheita mecânica, em comparação com apenas 5% na colheita manual. Além disso, o rendimento durante o beneficiamento é inferior na colheita mecânica, devido à quantidade considerável de impurezas que é incorporada.

As perdas qualitativas chegam a 35% para o algodão colhido mecanicamente, enquanto são apenas 5% para o algodão colhido manualmente (EMBRAPA, 2006). De acordo com critérios mais severos, VIEIRA et al. (2001) apontam que a perda máxima aceitável na colheita mecânica é de 10%, sendo que a faixa ideal se encontra entre 6 e 8%. Aspectos do manejo cultural, como a densidade de plantas e a velocidade das máquinas, além do treinamento dos operadores, podem impactar de maneira positiva e eficaz a diminuição das perdas na colheita mecanizada.

Segundo a Embrapa (2006), a colheita mecanizada resulta em perdas quantitativas entre 15% e 17%, enquanto na colheita manual essas perdas não ultrapassam, em média, 5%. Em relação às perdas qualitativas, a colheita mecanizada pode chegar a até 35%, ao passo que as perdas na colheita manual se limitam a 5%. Dados mais recentes, apresentados por Silva et al. (2007), relativos à colheita de algodão em uma propriedade na região Sul de Goiás, mostram que as perdas atingem

11,4%, 5,3% e 16,7% para perdas no solo, na planta e total, respectivamente.

A colheita mecanizada é uma etapa crucial no processo produtivo do algodão. Perdas de pluma podem ocorrer, tornando fundamental a quantificação dessas perdas e a identificação dos fatores que as causam (FERREIRA et al., 2015). Além das perdas no campo, danos às fibras colhidas e a presença de impurezas impactam o valor de mercado do produto (SILVA et al., 2007). No Brasil, a colheita mecanizada abrange praticamente todas as lavouras de algodão (SILVA et al., 2007), utilizando principalmente colhedoras do modelo piker, nas quais fusos cônicos estriados giram para retirar a pluma da planta (BUAINAIN & BATALHA, 2007).

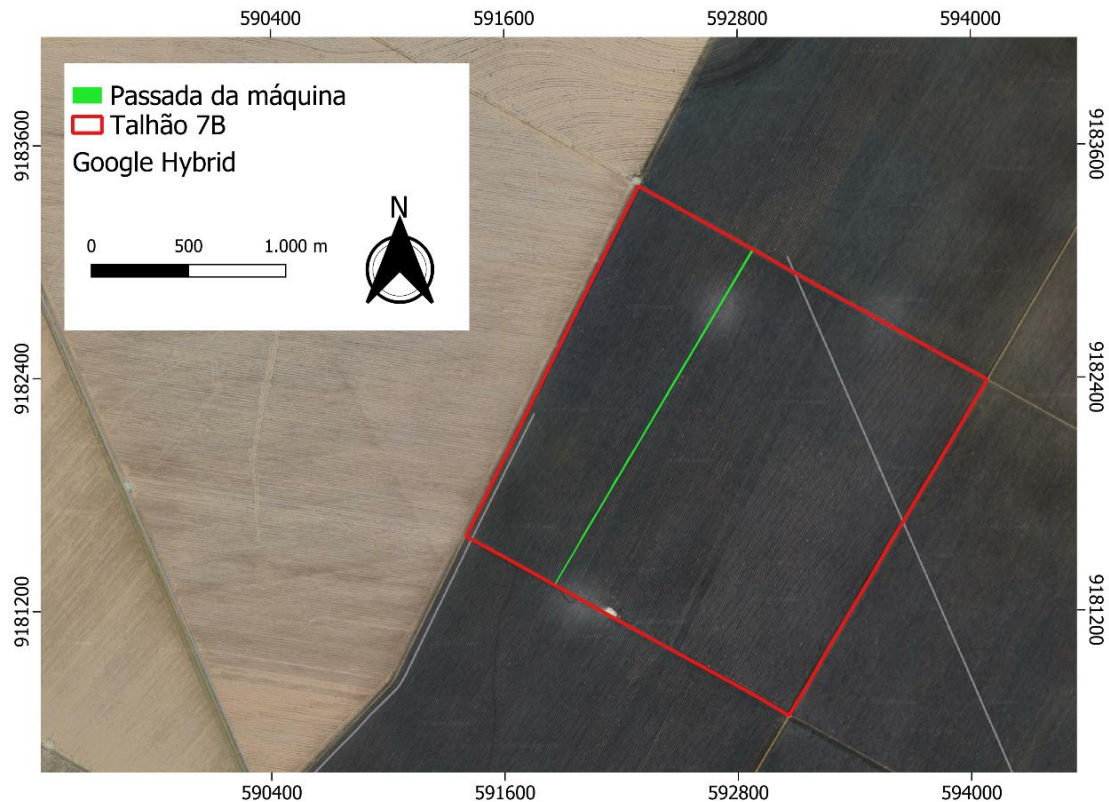
Com o uso da tecnologia, é possível utilizar uma mecanização avançada em todas as etapas do ciclo agrícola, desde o preparo do solo até o enfardamento do algodão no campo. Dessa forma, a cultura do algodão exige mão de obra qualificada e é considerada uma das que oferece os maiores salários médios na agricultura brasileira (KAZAMA, 2016).

Com isto, este trabalho teve como objetivo avaliar as perdas na colheita mecanizada do algodão em três diferentes velocidades de trabalho, 5,4 km.h⁻¹, 6,4 km.h⁻¹ e 7,4 km.h⁻¹, feita por uma colhedora modelo CP690.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na safra 2023/2024, no distrito de Sebastião Leal/PI (Latitude: 7°24'5.17"S; Longitude: 44° 9'53.69"O), Figura 1, no talhão identificado como 7B, localizado na Fazenda Progresso. Este talhão possui aproximadamente uma área de 395,83 ha, com uma produtividade média de 353,3@ por hectare.

Figura 1 – Local do experimento



Fonte: imagem Qgis/2024

A semeadura foi realizada no dia 23 de dezembro de 2023, por uma semeadora direta da marca Horsch, modelo Maestro Evolution, 24 linhas com espaçamento 0,76 m.

A semente utilizada foi da marca Fiber Máx FM, cultivar 970GLTP RM, com ciclo entre 160 e 180 dias. Os tratos culturais foram feitos de acordo com a necessidade da cultura, ficando sobre responsabilidade do Agrônomo.

A avaliação de perdas foi realizada utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) durante a colheita da cultura do algodão no dia 04 de julho de 2024. A colheita foi realizada por uma colhedora da marca John Deere, modelo CP 690, ano de fabricação 2022, com 567cv de potência no motor e seis unidades de colheita (Figura 2).

Figura 2 – Colhedora utilizada no experimento



Fonte: elaborada pelos autores, Sebastião Leal/PI 2024

A colheita foi realizada com três velocidades pré-estabelecidas, tendo como base a velocidade de colheita utilizada na propriedade de $7,4 \text{ km.h}^{-1}$, a partir dessa velocidade foram estabelecidas duas velocidades abaixo sendo assim $6,4 \text{ km.h}^{-1}$ e $5,4 \text{ km.h}^{-1}$.

Para coleta e avaliação das perdas quantitativas, foram avaliadas perdas naturais, realizadas previamente à passada da máquina em ruas vizinhas às que seriam colhidas e perdas da máquina, realizadas após a passada da colhedora, separadas em perdas de sementes e de plumas no solo (PS), na planta (PP) e suas somatórias, chamada de perdas totais da máquina (PT). Foram determinadas para a avaliação as ruas 3 e 4 da unidade de colheita, descartando as ruas das extremidades.

Durante o período de testes com as diferentes velocidades de avanço na colhedora de algodão, foi mantida a velocidade do ventilador constante em 4100 rpm para as 3 velocidades, $5,4 \text{ km.h}^{-1}$, $6,4 \text{ km.h}^{-1}$ e $7,4 \text{ km.h}^{-1}$. As velocidades dos tambores

de fusos são proporcionais a velocidade de avanço da máquina, e foram registrados nas operações os seguintes valores: 115 rpm para 5,4 km.h⁻¹, 138 rpm para 6,4 km.h⁻¹ e 157 rpm para 7,4 km.h⁻¹.

Para estas avaliações, foi utilizado uma armação retangular de 1,52 m x 1,32 m totalizando 2 m², posicionada de forma transversal as linhas de colheita, para todas as amostras (Figura 3).

Figura 3 – Avaliação da perda



Fonte: elaborada pelos autores, Sebastião Leal/PI 2024

Foram coletadas 10 amostras de perdas no chão e na planta, para cada velocidade e 8 amostras para perda natural, totalizando 38 amostras coletadas.

As amostras foram devidamente armazenadas, identificadas, e posteriormente levadas ao laboratório de qualidade de sementes do Grupo Progresso em Sebastião Leal/PI para pesagem.

As amostras foram pesadas individualmente em uma balança de precisão e seus respectivos pesos foram anotados.

Os dados foram tabulados e submetidos a análise estatística descritiva, permitindo assim a visualização geral do comportamento dos dados. Para análise estatística, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com três velocidade de deslocamento, 5,4 km.h⁻¹, 6,4 km.h⁻¹ e 7,4 km.h⁻¹, com 10

repetições para cada velocidade. Para cada repetição foi coletada perdas no solo e na planta em uma área amostral de 2m².

Para verificação de diferença estatística dos tratamentos, foi realizado o teste de Tukey que consiste em comparar todos os possíveis pares de médias e se baseia na diferença mínima significativa considerando os percentis do grupo com 5% de probabilidade de erro. Este teste foi realizado do software *RStudio*, utilizado o pacote *AgroR*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, observa-se os dados de perdas natural. As coletas foram feitas em 8 pontos de amostras, onde foram analisadas as perdas de pluma e semente e a quantidade de maçãs por hectare. Estas perdas podem estar correlacionadas a fatores climáticas e impactos mecânicos.

Tabela 1 – Resultado de perda em natural

Amostras	Perdas Natural (@.ha ⁻¹)	Quantidade de maçãs por hectare
1	9.36	140000
2	16.05	65000
3	12.64	100000
4	9.22	35000
5	10.65	35000
6	22.16	70000
7	13.41	45000
8	6.67	30000
Média	12.52	65000

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

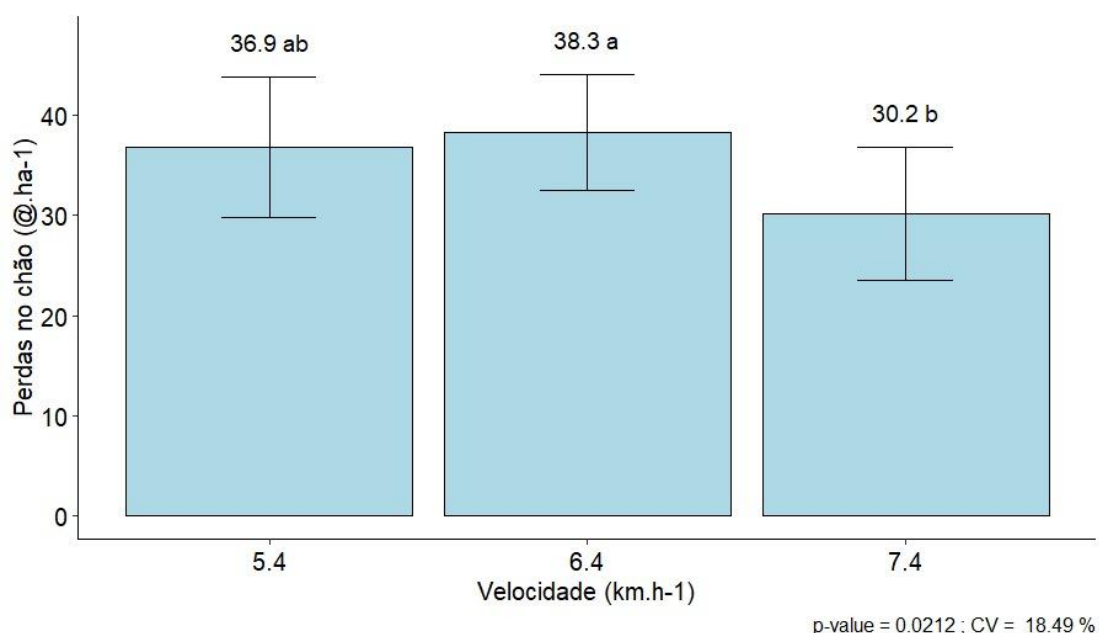
A perda natural de produção de algodão refere-se ao fracasso da colheita que ocorre durante o cultivo devido a fatores ambientais e biológicos. Estes elementos podem incluir condições climáticas adversas, pragas e doenças, que afetam diretamente a eficiência das culturas. A perda pode ser atribuída a diversas causas,

como chuvas excessivas, infestações de insetos e falhas no manejo agrícola. Um dos aspectos que influencia esta diminuição é a intensidade das chuvas e dos ventos próximos à colheita, que levam ao amadurecimento irregular das maçãs e que provocam perdas de frutos devido à força do vento.

É fundamental enfatizar a importância de práticas de gestão como o uso de equipamentos adequados, planejamento eficaz para minimizar períodos de maior vulnerabilidade, implementação de medidas de terra que protejam a integridade ambiental e evitem a erosão, além do monitoramento climático para adaptabilidade, técnicas agrícolas. Estas medidas são essenciais para a sustentabilidade e o sucesso na operação de forma ágil e eficaz. Tais iniciativas são essenciais para reduzir os efeitos negativos das variações climáticas, garantindo colheitas mais seguras e de melhor qualidade, o que é essencial para reduzir estas perdas.

Na Figura 4, são apresentados os resultados das perdas de algodão no chão após a colheita.

Figura 4 - Dados referentes às avaliações de perdas no chão, em diferentes velocidades de colheita.



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

A análise indica que a velocidade de 7,4 km.h⁻¹ resultou nas menores perdas no solo, com uma média de 30,2 @.ha⁻¹, sugerindo que essa velocidade foi a mais

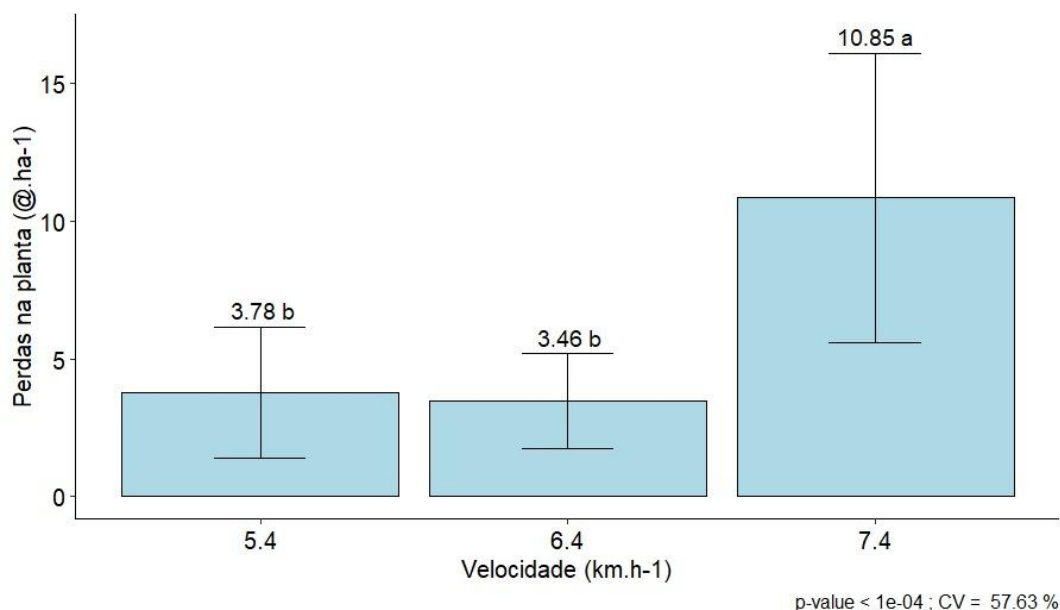
eficiente para evitar que o algodão caísse no chão durante o processo de colheita. As velocidades de 5,4 km.h⁻¹ e 6,4 km.h⁻¹ apresentaram perdas mais elevadas, registrando médias de 36,9 @.ha⁻¹ e 38,3 @.ha⁻¹, respectivamente.

No entanto, estatisticamente, a velocidade de 5,4 km.h⁻¹ não se diferencia significativamente das outras duas, sendo classificada como "ab". Já a velocidade de 6,4 km.h⁻¹ teve a maior perda no chão, marcada com a letra "a", o que indica uma diferença significativa em relação à velocidade de 7,4 km.h⁻¹, mas não em relação à 5,4 km.h⁻¹.

O aumento da velocidade de colheita para 7,4 km.h⁻¹ mostrou-se vantajosa ao reduzir as perdas de algodão no chão. Em contrapartida, a velocidade de 6,4 km.h⁻¹ apresentou o pior desempenho em termos de perdas no solo, indicando que essa velocidade não seria a mais eficiente para minimizar o desperdício de algodão durante a colheita.

Na figura 5, corresponde as perdas na planta, após a colheita.

Figura 5 – Dados referentes as avaliações de perdas na planta, em diferentes velocidades de colheita.



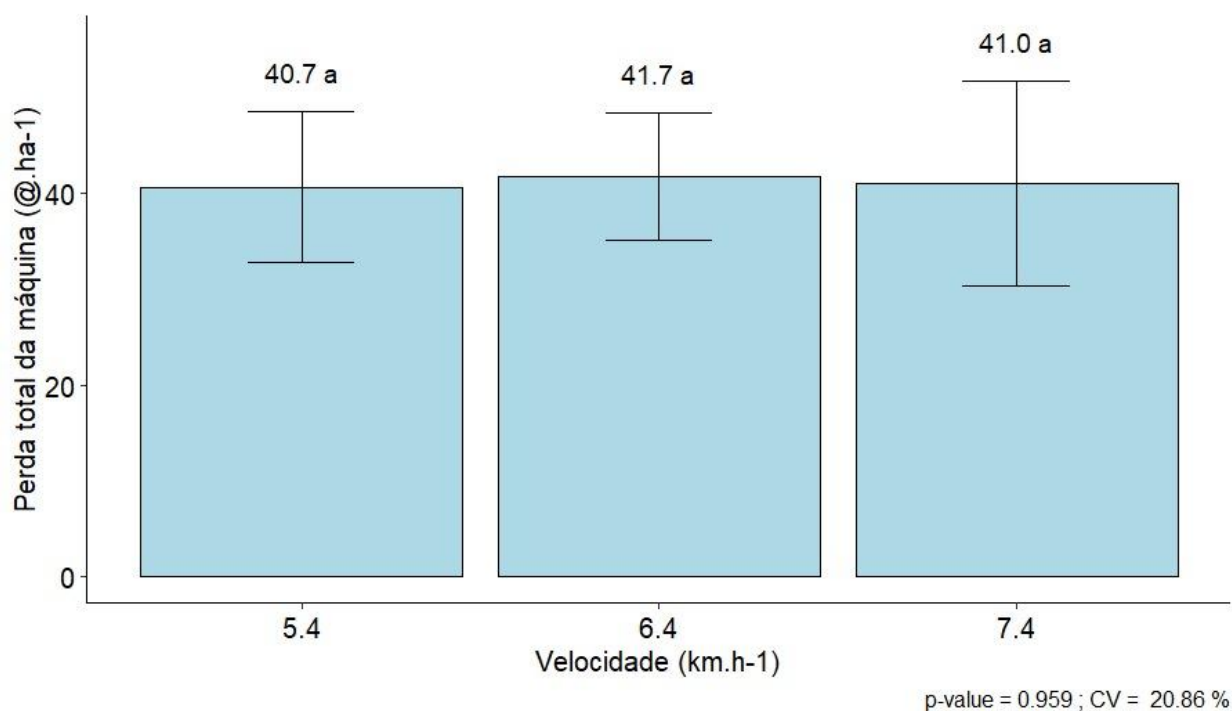
Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

O dado mais substancial sobre a planta é a velocidade de 7,4 km.h⁻¹, que registrou as maiores perdas de algodão na planta, com média de 10,85 @.ha⁻¹ (marcada pela letra “a”). Isto significa que mais algodão será deixado na planta nesta velocidade em comparação com velocidades mais lentas. Neste caso, as duas velocidades máximas são reduzidas apenas. Por exemplo, 5,4 km.h⁻¹ e 6,4 km.h⁻¹ são quase iguais, onde 3,78 @.ha⁻¹ e 3,46 @.ha⁻¹ são marcados com a letra “b”. Isso significa que não há diferença significativa entre as duas velocidades.

Embora a velocidade de 7,4 km.h⁻¹ seja eficaz na redução da perda de pluma de algodão ao solo, ela se mostra menos eficiente em perda para a planta, ao permitir que grandes quantidades de pluma permaneçam sem coleta. Em contrapartida, as velocidades de 5,4 km.h⁻¹ e 6,4 km.h⁻¹ são mais efetivas na remoção do algodão, resultando em uma colheita mais limpa e eficiente.

A figura 6, corresponde as perdas totais da máquina, ou seja, a avaliação de perdas tanto no chão como a de perda de planta, feita após a passagem da colhedora.

Figura 6 – Dados referentes a somatória de perdas no chão e na planta, denominada perda total da máquina, em diferentes velocidades de colheita.



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Observou-se que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os três valores de perdas totais. As velocidades de 5,4 km.h⁻¹, 6,4 km.h⁻¹, e 7,4 km.h⁻¹ apresentam perdas totais bastante próximas, variando de 40,7 @.ha⁻¹ a 41,7 @.ha⁻¹.

O que sugere, em termos de perdas totais, qualquer uma das três velocidades poderia ser utilizada sem grande variação nos resultados. No entanto, é importante considerar as perdas individuais para otimizar a operação.

O comportamento observado, com maior perda na planta à velocidade de 7,4 km.h⁻¹ em comparação às velocidades de 5,4 km.h⁻¹ e 6,4 km.h⁻¹, pode ser explicado pelo grande aumento no fluxo de pluma durante a colheita nessa velocidade. Com o avanço mais rápido, a máquina precisa lidar com uma quantidade maior de pluma em menos tempo, o que aumenta o atrito entre os fusos e outros componentes da máquina em contato com a planta.

Esse atrito adicional compromete a eficiência do sistema de colheita, dificultando a extração completa da pluma e resultando em maiores perdas na planta. Esse fenômeno é consistente com o que é discutido na literatura, que aponta que velocidades mais elevadas frequentemente levam a um desempenho reduzido devido à sobrecarga do sistema e às limitações físicas dos componentes da máquina.

A perda observada foi um pouco acima do esperado, principalmente devido a fatores climáticos, como as chuvas ocorridas durante o período de maturação das maçãs do algodão, que comprometeram a eficiência da colheita. No entanto, os resultados ainda se mantiveram dentro do aceitável segundo os parâmetros da (EMBRAPA, 2006), que estipula perdas totais da máquina variando entre 15% e 17%, enquanto o presente estudo registrou perdas totais de 11,6%. Esses valores indicam que, embora o clima tenha influenciado negativamente o desempenho, a perda permaneceu abaixo do limite superior estabelecido, refletindo um desempenho satisfatório do sistema de colheita, em linha com o que é descrito na literatura.

Aumentar a velocidade dos processos agrícolas leva a melhores rendimentos operacionais e auxilia na adesão aos cronogramas de colheita. No caso do algodão, é essencial remover os resíduos da colheita pós-colheita para evitar o aparecimento de pragas e doenças. O vazio sanitário, que é obrigatória em várias regiões do Brasil, requer o corte de plantas restantes e a aplicação de herbicidas para erradicar a influência e os restos de plantas, interrompendo assim o ciclo de vida das pragas,

incluindo o Bicudo-do-algodoeiro. Este método não apenas promove uma colheita subsequente mais saudável e produtiva, mas também atenua o risco de acúmulo de doenças.

A eficiência das operações pode levar a uma redução no número de máquinas utilizadas durante uma colheita de algodão. Quando a velocidade de avanço aumenta, aumentará proporcionalmente o rendimento operacional, um número menor de máquinas é capaz de concluir as tarefas dentro do mesmo prazo ou até mesmo em uma duração menor, tudo isso mantendo a qualidade da colheita. Como as máquinas operam em um ritmo acelerado, os produtores têm a oportunidade de reduzir as despesas operacionais, incluindo custos de combustível e manutenção, favorecidos pela redução da necessidade de mão de obra e maquinário. Esses ajustes são especialmente benéficos para culturas que têm períodos de colheita limitados, garantindo assim a conformidade ao cronograma de colheita sem sacrificar a produtividade.'

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se recomendar a colheita do algodão a uma velocidade de $7,4 \text{ km.h}^{-1}$ com a máquina avaliada, mantendo as regulagens padrão do operador. Essa velocidade não resultou em aumento significativo das perdas totais, apesar de algumas variações numéricas entre as perdas no solo e nas plantas. O aumento da velocidade resultou em um ganho substancial no rendimento operacional da colheita, permitindo uma resposta mais eficiente às janelas curtas de safra, otimizando o processo sem comprometer a qualidade da colheita.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todas as pessoas que contribuíram para a conclusão deste trabalho. Em especial ao Grupo Progresso, por ceder todas as ferramentas necessárias para a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia Produtiva do Algodão**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Série Agronegócios, v. 4, 108 p. Brasília. Jan. 2007.

CONAB, 2024. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2023/24, 12º levantamento**. Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2024. 35 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Colheita**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/colheita.htm>> Acesso em: 10 out. 2006.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006. **Colheita**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/index.htm>

FERREIRA, F. M.; KAZAMA, E. H.; FIORESE, D. A.; SILVA, A. R. B. Velocidade de colheita sobre as perdas quantitativas e o percentual de fibra do algodão. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.21, p.1923-1931, 2015.

OOSTERHUIS, D.M. Growth and development of a cotton plant. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W. J. dos. **Cultura do algodoeiro** Piracicaba: POTAFOS, 1999. p.35-55.

SILVA, R. P., SOUZA, F. G., CORTEZ, J. W., FURLANI, C. A. E., VIGNA, G. P. Variabilidade espacial e controle estatístico do processo de perdas na colheita mecanizada do algodoeiro. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p. 742-752, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162007000400018>.

SILVA, R. P., SOUZA, F. G., CORTEZ, J. W., FURLANI, C. E. A., VIGNA, G. P. 2007. Variabilidade espacial e controle estatístico do processo de perdas na colheita mecanizada do algodoeiro. **Engenharia Agrícola**, 27: 742-752.

VIEIRA, C. P.; CUNHA, L. J. C.; ZÓFOLI, R. C. **Colheita**. In: Algodão: *Tecnologia de Produção* Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p.273-6.