

Colheita mecanizada de gergelim: adaptações com foco na redução das perdas



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Algodão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
113

**Colheita mecanizada de gergelim: adaptações
com foco na redução das perdas**

Diego Augusto Fiorese
Carlos Jorge da Silva
Nair Helena Castro Arriel
Andresa Lima Salvador
Gabriel Zanelatto Camargo
Marine Ventura Siqueira
Djenifer Aparecida Machado
Ana Carolina Aprigio da Silva
Julia de Paula

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/algodao/publicacoes>

Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095, Campina Grande, PB
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
www.embrapa.br/algodao
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Algodão

Presidente
Daniel da Silva Ferreira

Secretário-Executivo
Magna Maria Macedo Nunes Costa

Membros
Francisco José Correia Farias, Geraldo Fernandes de Sousa Filho, Luiz Paulo de Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Rita de Cássia Cunha Saboya.

Supervisão editorial
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Revisão de texto
Ivanilda Cardoso da Silva

Normalização bibliográfica
Enyomara Lourenço Silva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Fotos da capa
Gabriel Zanelatto Camargo

1ª edição
Publicação digital – PDF (2023)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Algodão

Colheita mecanizada de gergelim: adaptações com foco na redução das perdas /
Diego A. Fiorese... [et al.]. - Campina Grande: Embrapa Algodão, 2023.
PDF (34 p.) : il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Algodão, ISSN 0103-0841 ; 113).

1. Gergelim. 2. Planta oleaginosa. 3. Grão. 4. Produção. 5. Mato Grosso.
I. Fiorese, D. A. II. Silva, C. J. da. III. Arriel, N. H. C. IV. Salvador, A. L. V. Camargo, G. Z. VI. Siqueira, M. V. VII. Machado, D. A. VIII. Silva, A. C. A. da. IX. Paula, J. de. X. Embrapa Algodão. XI. Série.

CDD 635.7

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	26
Considerações Finais.....	33
Agradecimentos.....	33
Referências	33

Colheita mecanizada de gergelim: adaptações com foco na redução das perdas

Diego Augusto Fiorese¹

Carlos Jorge da Silva²

Nair Helena Castro Arriel³

Andresa Lima Salvador⁴

Gabriel Zanelatto Camargo⁵

Marine Ventura Siqueira⁶

Djenifer Aparecida Machado⁷

Ana Carolina Aprigio da Silva⁸

Julia de Paula⁹

Resumo – Neste trabalho objetivou-se mensurar as perdas na colheita de gergelim com duas colhedoras de grãos adaptadas para a cultura. Os dados foram obtidos em uma lavoura comercial pertencente a Fazenda Porta do Céu, no município de Campo Novo do Parecis, MT, em uma área de 857 hectares, divididos em três talhões, nos quais tinha-se cultivado as cultivares BRS Anahí e Trebol. As adaptações estavam focadas nas plataformas, as quais tinham a base (“tabuleiro”), o molinete, e o sem fim (caracol) modificados, além de proteções laterais e sobre o chassi para evitar grãos arremessados. Inicialmente em cada talhão foram estimadas as produtividades médias de grãos coletando-se pontos aleatoriamente. Pouco antes da colheita, obteve amostras (0,5 m²) de grãos caídos ao solo para a obtenção das perdas naturais, fator comum na cultura. Por fim, para avaliação das perdas mecânicas provocadas pela ação dos mecanismos das colhedoras, utilizou-se de gabaritos com 0,5 m² cobertos com tecido de ráfia, com os quais coletava-se

¹ D.Sc. em Agronomia, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

² D.Sc. em Agricultura, professor do Instituto Federal de Mato Grosso, Campo Novo dos Parecis, MT

³ D.Sc. em Fitomelhoramento, pesquisadora da Embrapa Algodão

⁴ B.Sc. em Agronomia do Instituto Federal de Mato Grosso, Campo Novo dos Parecis, MT

⁵ B.Sc. em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

⁶ B.Sc. em Agronomia do Instituto Federal de Mato Grosso, Campo Novo dos Parecis, MT

⁷ B.Sc. em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

⁸ B.Sc. em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

⁹ B.Sc. em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

o material vegetal (palha, cápsulas e os grãos) durante a operação de colheita. Constatou-se que a perda média variou entre 18% e 20%, sendo bastante inferior a percentuais encontrados em dados da literatura que mencionam, comumente, desperdícios na ordem de 40% ou superior. Assim, pode-se afirmar que as adaptações e/ou melhorias realizadas pelo produtor e sua equipe, surtiram efeito positivo e permitiram ganhos de rendimento devido a redução das perdas na colheita para as duas cultivares.

Termos para indexação: *Sesamum indicum*, perdas de grãos, eficiência na colheita, plataforma de corte.

Mechanized harvesting of sesame: adaptations with a focus on reducing losses

Abstract – The objective of this work was to measure the losses in the sesame harvest with two grain harvesters adapted for the crop. The data were obtained in a commercial sesame crop belonging to Fazenda Porta do Céu, in the municipality of Campo Novo do Parecis, MT, in an area of 857 hectares, divided into three plots, in which the cultivars BRS Anahí and Trebol. The adaptations were focused on the platforms, which had the base (“board”), the windlass, and the auger (snail) modified, in addition to lateral protections and over the chassis to avoid thrown grains. Initially, in each plot, the average grain yields were estimated by randomly collecting points. Shortly before harvesting, samples (0.5 m²) of grains fallen to the ground were obtained in order to obtain natural losses, a common factor in sesame cultivation. Finally, to evaluate the mechanical losses caused by the action of the mechanisms of the harvesters, 0.5 m² templates covered with raffia fabric were used, with which the plant material (straw, capsules and grains) was collected during the harvesting operation. It was found that the average loss varied between 18% and 20%, being much lower than the percentages found in literature data that commonly mention waste in the order of 40% or greater. Thus, it can be stated that the adaptations and/or improvements carried out by the producer and his team had a positive effect and allowed yield gains due to the reduction of harvest losses for both cultivars.

Index terms: *Sesamum indicum*, grain losses, harvest efficiency, cutting platform.

Introdução

A cultura do gergelim (*Sesamum indicum*) tem grande destaque no cenário internacional. De acordo com o levantamento da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAOESTAT, 2022), esta oleaginosa é produzida em 74 países e ocupa mais de 13 milhões de hectares. Os continentes asiático e africano detêm mais de 90% de toda área cultivada e entre os países que mais produzem estão o Sudão, com 5,20 milhões de hectares, seguido pela Índia (1,52 milhão de hectares); Myanmar (com 1,50 milhão de hectares); Tanzânia (960 mil hectares) e a Nigéria com aproximadamente 621 mil hectares. Juntos, estes países englobam aproximadamente 70% de toda área cultivada no mundo.

Produzido no Brasil há várias décadas, principalmente no Semiárido nordestino no âmbito da agricultura familiar, em pequenas propriedades e com baixo investimento, atualmente a cultura do gergelim passou a ocupar extensas áreas na região Centro-Oeste, em cultivos de segunda safra com plantios em fevereiro e março. A semeadura faz parte do sistema de rotação ou sucessão de culturas, sendo normalmente semeado após a soja, rotacionando-se com o milho ou em áreas com janela agrícola de plantio já fora da recomendação para o milho safrinha. O estado de Mato Grosso é o principal produtor nacional e o Brasil lidera o ranking de maior produtor do grão da América Latina, superando países tradicionais neste setor como a Venezuela, México, Bolívia e Paraguai (FAOESTAT, 2020).

Impulsionada pelo custo de produção relativamente baixo, preços atrativos pagos pelo grão e aumento na demanda do mercado externo, a cadeia produtiva do gergelim vem se expandindo nos últimos anos com aumento expressivo na área cultivada. De acordo com os levantamentos realizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2020; 2022), no Brasil a área cultivada na safra 2019/2020 correspondeu a 175 mil hectares, dos quais, a maior parte estavam localizados no estado de Mato Grosso, principalmente no município de Canarana, situado no Vale do Araguaia (MT), que atualmente é reconhecido como a capital nacional do gergelim.

Dentre os principais desafios neste novo modelo de produção desta oleaginosa, a mecanização nas diferentes etapas de cultivo é um dos mais importantes. Muito embora a cultura tenha avançado em termos de área cultivada, no âmbito comercial e em diversos outros aspectos, ainda há poucos estudos

conclusivos no que diz respeito aos sistemas mecanizados dedicados a cultura, em especial na etapa da colheita. As colhedoras automotrizes são as mais empregadas no Brasil, sendo que o produtor utiliza os mesmos conjuntos utilizados para a soja, com adaptações, principalmente na plataforma de corte e nas peneiras, e por iniciativa dos próprios agricultores ou com auxílio de parceiros locais e regionais.

Apesar do esforço dentro da própria fazenda, ainda são relatadas perdas na colheita com percentuais muito elevados. Queiroga e Silva (2008) citam perdas entre 20% e 50%. Arriel et al. (2007), mencionam números ainda mais expressivos, podendo ser superior a 50%, os quais são perdas decorrentes de impactos da máquina na planta e nos frutos deiscentes (depois da maturação completa) onde os grãos ficam expostos e susceptíveis a quedas no solo.

Fiorese et al. (2020), em avaliações de campo em duas propriedades e com duas colhedoras distintas, encontraram perdas com variações entre 226 kg ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹, e que na média, considerando-se a produtividade máxima de cada lavoura, representaram aproximadamente 40% de perdas de grãos, sendo que o principal mecanismo responsável por este desperdício foi a plataforma de corte. Por fim, os autores concluíram que as perdas financeiras poderiam variar entre R\$ 680,00 e R\$ 1200,00 por hectare, aproximadamente, considerando um valor médio pago ao produtor, na ocasião, de R\$ 3,00 por kg do grão.

Além da baixa eficiência dos equipamentos utilizados na colheita mecanizada, há também fatores intrínsecos da cultura como pequeno tamanho dos grãos, baixa umidade de colheita (5% a 6%) e a deiscência das cápsulas conforme já citado. As perdas naturais (antes da colheita) também são mencionadas como um problema, já que fenômenos naturais como o vento contribuem negativamente para a redução da quantidade de grãos colhidos.

A utilização de genótipos indeiscentes propiciaria a condição ideal para reduzir drasticamente as perdas na colheita, no entanto, atualmente no Brasil todas as cultivares de gergelim que constam no Registro Nacional de Cultivares (MAPA, 2020), possuem algum grau de abertura natural dos frutos. Assim sendo, a curto prazo, a solução e o grande desafio é a adequação das práticas de manejo cultural (principalmente na pré-colheita), e o aperfeiçoamento das máquinas disponíveis, principalmente nas plataformas de corte.

O objetivo do trabalho foi avaliar as perdas de grãos de gergelim em uma lavoura comercial na cidade de Campo Novo do Parecis, MT, na qual havia duas cultivares deiscentes. Os dados foram obtidos durante a colheita

com duas colhedoras adaptadas, as quais utilizavam plataformas alongadas do tipo caracol (condutor helicoidal/sem fim) e utilizadas especificadamente para a colheita do gergelim. É importante ressaltar que, os resultados obtidos neste estudo se vinculam ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, uma vez que poderá proporcionar reduzir as perdas e desperdícios ao longo do processo de colheita mecanizada do sistema de produção do gergelim assegurando padrão de produção sustentável.

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado conjuntamente entre o Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) Campus de Campo Novo do Parecis e a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) Campus de Sinop com o apoio da Embrapa Algodão, FAPEMAT e da Fazenda Porta do Céu.

Local das avaliações

A coleta de dados em campo, foi conduzida em uma lavoura comercial de gergelim pertencente a Fazenda Porta do Céu, no município de Campo Novo do Parecis, MT (13°34'16.98"S e 57°56'13.05"O), a aproximadamente 10 km da zona urbana, situada à margem esquerda da rodovia MT-170 no sentido da cidade de Brasnorte, MT. Esta propriedade se destaca no cenário agrícola regional em virtude de sua diversificação de cultivos na segunda safra e dentre as culturas utilizadas, o milho-pipoca, o girassol e o gergelim são as espécies mais importantes.

Por ser uma das espécies alternativas de maior retorno econômico na segunda safra, o gergelim é cultivado na propriedade há quase uma década, e no ano safra de 2020 ocupou uma área de 857 hectares, divididos em três talhões. No primeiro (269 ha), a semeadura ocorreu em 03 de fevereiro de 2020, utilizando-se da cultivar BRS Anahí; no segundo (309 ha), ocupado pela cultivar Trebol, foi semeada quatro dias após, e por fim, no último talhão, também foi implantada a cultivar BRS Anahí, porém mais tardiamente, doze dias após o início da semeadura da cultura na propriedade.

A cultivar BRS Anahí desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), tem como principais características, segundo seus

obtentores, porte médio de plantas, ciclo de aproximadamente 90 a 120 dias (dependendo da umidade local) e hábito de crescimento não ramificado, o que é muito desejável para a colheita mecanizada. A cultivar Trebol, por outro lado, apresenta potencial produtivo semelhante, no entanto, apresenta altura de plantas mais elevada e hábito de crescimento ramificado o que, teoricamente, potencializa as perdas durante a colheita.

Características das colhedoras e plataformas utilizadas

A colheita foi realizada com duas colhedoras de grãos de fluxo axial sendo uma Case IH modelo 7130 (Figura 1) e uma Case IH 8230 (Figura 2), ambas com plataformas adaptadas, distintas, porém com os mesmos princípios de melhorias, que foram basicamente: 1. alongamento da base da plataforma (“tabuleiro”); 2. molinete, com apenas 3 barras e com chapas metálicas fixados sobre estas barras, além de ter seu diâmetro aumentado para 1,4 m e; 3. proteções (anteparos) do tipo rede ou metálicos sobre a plataforma para evitar grãos arremessados para fora, tanto para trás quanto lateralmente. Estas plataformas são utilizadas na propriedade exclusivamente para a colheita de gergelim. No Quadro 1 têm-se as principais especificações das duas colhedoras utilizadas.

Foto: Gabriel Zanelatto Camargo



Figura 1. Vista frontal superior da colhedora Case IH 7130 com plataforma adaptada de aproximadamente 30 pés.

Foto: Gabriel Zanellato Camargo



Figura 2. Vista lateral da colhedora Case IH 8230 com plataforma adaptada de aproximadamente 35 pés.

Quadro 1. Especificações das duas colhedoras de grãos adaptadas para a colheita do gergelim na Fazenda Porta do Céu em Campo Novo do Parecis, MT (safra 2020).

Especificações	Colhedora 1	Colhedora 2
Marca/modelo	Case IH 7130	Case IH 8230
Rotação de motor	2100 rpm	ND
Rotação do rotor	650 rpm	810 rpm
Rotação do ventilador	800 rpm	760 rpm
Abertura de côncavo	15 mm	24 mm
Velocidade de trabalho	7 a 7,5 km h ⁻¹	8,5 kmh ⁻¹
Plataforma	30 pés reformada	35 pés - Kidão Taura
Condutor helicoidal (caracol)	Com altura de rosca adaptados	
Diâmetro do molinete	1,40 m	
Barras do molinete	3 barras com chapas auxiliares de 39 cm	
Plataforma (Base ou "tabuleiro")	1,35 m do fundo da plataforma até a ponta da barra de corte	1,43 m - do fundo da plataforma até a ponta da barra de corte
Abertura da peneira superior	10 mm com tela	10 mm com tela
Abertura da peneira inferior	ND	3 mm
Balanço das peneiras	ND	260 rpm
Esteira do canal alimentador	ND	560 rpm

ND - Não disponível durante o levantamento de dados ou não determinado.

Obs. Ao longo da colheita as máquinas recebiam pequenos ajustes, mas sem grandes alterações em relação ao que fora informado neste quadro.

As plataformas foram adaptadas, conforme se observa no Quadro 2, na tentativa de reduzir o alto índice de perdas decorrentes das características da cultura, principalmente por conta da deiscência das cultivares de gergelim (BRS Anahí e Trebol). No Quadro 2, tem-se as principais adaptações ou melhorias realizadas nas máquinas, principalmente nas plataformas.

Quadro 2. Descrição das principais adaptações e melhorias realizadas em diversos locais das colhedoras, em especial nas plataformas.

Item/local de adaptação	Adaptação realizada	Figura(s)
Peneira superior	Colocação de tela metálica com malha 4 mm	3 (A, B, C)
Plataforma (base ou “tabuleiro”)	Alongada em 30 cm aprox. (1,35 m e 1,43 m)	4, 5 e 6
Molinete	3 barras e com maior diâmetro (1,4 m)	7, 8, 11 (B)
	Chapas metálicas com largura de 39 cm	8
Plataforma - parte posterior superior (sobre o chassi)	Rede de proteção similar a um sombrite para evitar grãos arremessados para trás	9 e 10
Lateral da plataforma	Proteções laterais com chapas metálicas sobre os separadores	10
Condutor helicoidal (caracol)	Rosca com maior altura para melhorar a alimentação	5 e 6
Pontos diversos da plataforma	Vedações de borracha	11

Sobre a peneira superior das duas máquinas, foi fixada uma tela (Figura 3) com malha de 4 mm a qual facilita a limpeza dos grãos e também auxilia na redução de perdas nos mecanismos internos, já que o sistema de limpeza fica menos dependente de ajustes do fluxo de ar proveniente do ventilador.

O desenho mostrado na Figura 4 apresenta as principais dimensões dos componentes das plataformas modificadas, em especial o maior diâmetro do molinete e o maior comprimento da base da plataforma (na ordem de 1,4 m), os quais originalmente possuem medidas de aproximadamente 1,1 metros.

Fotos: Diego Augusto Fiorese

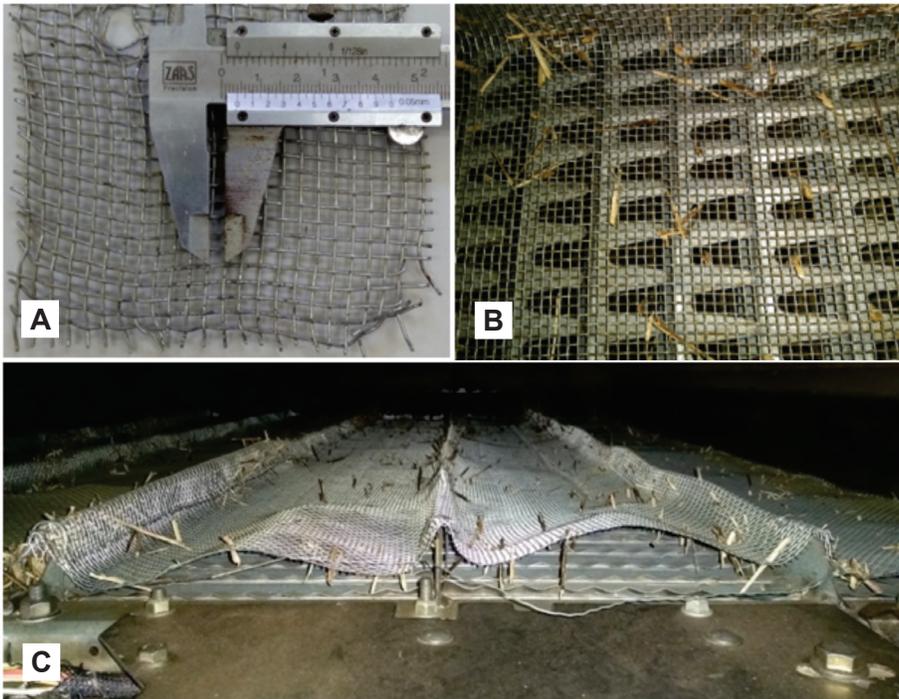


Figura 3. Detalhe da malha da tela com abertura de 4 mm (A) e a tela colocada sobre a peneira superior (B) e com vista na parte final (de trás) da peneira (C), sendo uma adaptação realizadas em ambas as máquinas.

Fotos: Diego Augusto Fiorese

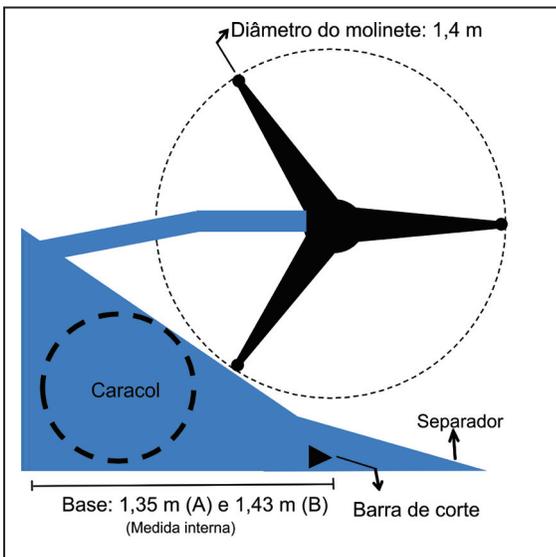


Figura 4. Esquema demonstrativo geral da plataforma e algumas de suas dimensões alteradas em relação a versão original. Base com 1,35 m na Case IH 7130 (A) e 1,43 m na Case IH 8230 (B).

Ilustração: Diego A. Fiorese.

Obs. Desenho não está em escala. Esquematisação com posições aproximadas.

Foto: Diego Augusto Fiorese

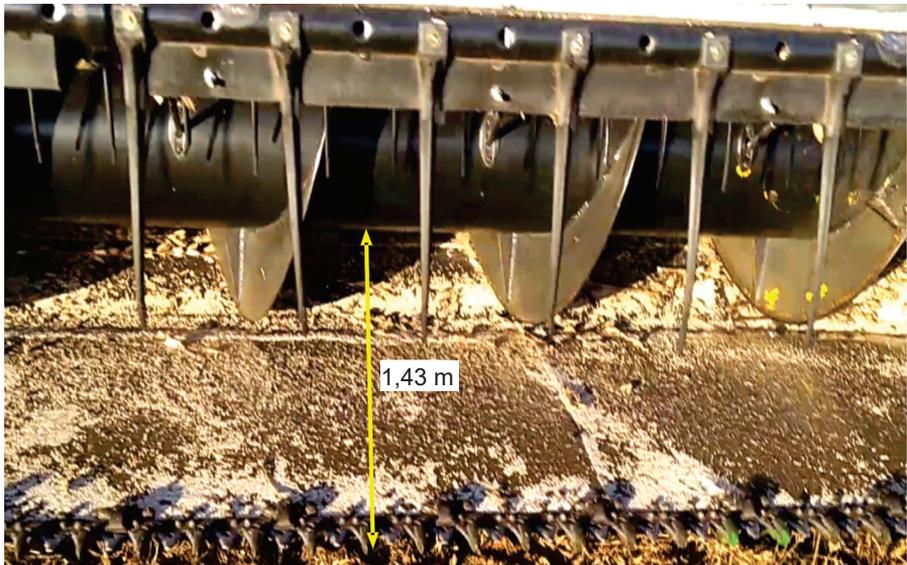


Figura 5. Detalhe da plataforma (Case IH 8230) com a visualização da base alongada ("tabuleiro") para 1,43 m onde pode-se observar grãos soltos que serão conduzidos para dentro da máquina conforme o fluxo de massa vegetal ao longo da colheita.

Foto: Diego Augusto Fiorese



Figura 6. Detalhe da plataforma (Case IH 7130) com visualização da base alongada para 1,35 m ("tabuleiro"), da barra de corte, do condutor helicoidal (caracol) e da parte inferior do molinete.

Fotos: Diego Augusto Fiorese



Figura 7. Detalhe do alongamento das chapas metálicas onde são fixadas as barras do molinete permitindo o aumento do diâmetro de giro para 1,4 m (adaptação em ambas as máquinas).

Foto: Diego Augusto Fiorese



Figura 8. Detalhe das chapas metálicas fixadas sobre as barras do molinete sendo uma adaptação realizada em ambas as máquinas.

Fotos: Diego Augusto Fiorese



Figura 9. Rede de proteção fixada sobre o chassi das plataformas (A - 8230 e B - 7130) para evitar desperdício de grãos arremessados devido aos impactos recebidos pelos mecanismos móveis da plataforma (molinete, caracol e barra de corte).

Fotos: Diego Augusto Fiorese



Figura 10. Proteções laterais do tipo chapa metálica fixados sobre os separadores da plataforma das colhedoras da marca Case IH, modelo 7130 (A) e modelo 8230 (B).

Fotos: Diego Augusto Fiorese



Figura 11. Vedações de borracha fixadas em locais com aberturas e propensos a vazamento de grãos (vedações similares para ambas as máquinas).

Estimativas de produtividade do gergelim

Para a estimativa de produtividade máxima (potencial da lavoura), em cada talhão foram realizadas 10 amostragens, cada uma representada por quatro linhas de cinco metros, espaçadas em 0,45 m totalizando uma área de 9 m². As coletas foram realizadas aleatoriamente de forma a representar o mais próximo possível a realidade da lavoura. Devido a deiscência apresentada por ambas as cultivares, as plantas foram cuidadosamente recolhidas com auxílio de uma tesoura de poda, armazenadas em sacos de ráfia (Figura 12) para posterior beneficiamento, pesagem e estimativa do rendimento de grãos na área em kg ha⁻¹.

Fotos: Carlos Jorge da Silva



A



B

Figura 12. Coleta de amostras para estimar a produtividade do gergelim (A) e acondicionamento do material vegetal (B).

(I) Avaliação das perdas naturais (antes da colheita)

Nos mesmos locais de cada talhão onde foram coletadas as amostras para as estimativas de produtividade, também foram mensuradas as perdas naturais, antes da passagem da colhedora, utilizando-se de um gabarito, estrutura metálica quadrada com área de 0,5 m² (0,71 m x 0,71 m). Na parte interna desse gabarito recolheu-se manualmente com auxílio de pincéis, todo material contido na superfície do solo (Figura 13). Vale ressaltar que para esse procedimento, faz-se necessário muito cuidado para se evitar a queda de grãos no local de coleta, devendo estar dentro do gabarito apenas os grãos que caíram naturalmente. O gabarito ficou posicionado parte na fileira e parte na entre fileira de plantio (linha e entre linha).

Fotos: Carlos Jorge da Silva



Figura 13. Preparação e limpeza da área amostral para coleta dos grãos caídos no solo de forma natural (A) e acondicionamento das amostras contendo os grãos e impurezas recolhidas (B).

Avaliação das perdas mecânicas (durante e após a colheita)

(II) Perdas nos mecanismos internos das colhedoras

Para avaliação das perdas provocadas pelo movimento dos mecanismos internos de separação e limpeza, principalmente pela ação das peneiras e do ventilador, utilizou-se de um gabarito também com 0,5 m² coberto com tecido

de rafia, o qual era lançado manualmente debaixo da máquina com a colhedora em movimento (Figura 14). O material que ficava sobre o tecido (palha, cápsulas e os grãos) era o material passado por dentro da colhedora, e claro, os grãos que ali ficaram retidos, foram separados e tratados como perdas internas. Foram realizadas de cinco a dez amostragens, e com este mesmo procedimento se obteve as perdas de plataforma, conforme tópico a seguir.

Foto: Diego Augusto Florese



Figura 14. Máquina modelo Case IH 8230 em movimento na condição real de trabalho onde observa-se o lançamento do gabarito de 0,5 m² com tecido sob a colhedora com o propósito de recolher o material dispensado pelos mecanismos de separação e limpeza, permitindo assim a coleta de grãos perdidos internamente.

(III) Perdas na plataforma

Utilizando-se do procedimento visto no tópico anterior onde fora lançado o gabarito sob a colhedora e em pontos dentro da faixa de trabalho da plataforma (com a máquina em movimento), obteve-se as perdas considerando-se que os grãos que ficaram abaixo do gabarito, representavam justamente os grãos caídos pela ação dos mecanismos da plataforma mais os grãos perdidos naturalmente. Por fim, descontando-se da média das perdas naturais, tem-se o valor equivalente a perda na plataforma de corte.

(IV) Perdas totais

As perdas totais foram obtidas pela soma dos valores citados anteriormente (I, II e III) e também pela obtenção via coleta direta com gabarito vazado de mesmo tamanho em locais aleatórios já colhidos, onde todo o material solto encontrado na superfície fora recolhido por varredura em 10 amostragens. De forma a representar a largura total da plataforma, coletou-se nos pontos próximos aos separadores (ponta) onde se tem grande queda de grãos, próximo ao centro (no acoplamento com o canal alimentador) e em entre meio da plataforma (entre os divisores e o centro). Considerou-se como perda total, a média de todos os valores obtidos.

O percentual das perdas foi calculado dividindo-se o valor de cada local medido (I, II, III e IV) pela produtividade total (colhido ou estimado + perdas) e que foi denominado de potencial da lavoura, conforme equação 1.

$$\text{Perdas (\%)} = \frac{\text{Perdas (kg/ha)}}{\text{Potencial da lavoura (kg/ha)}} \cdot 100$$

Tratamento das amostras em laboratório

Devido ao trabalho ter sido realizado em parceria, parte do material bruto coletado foi enviado para o laboratório de Fitotecnia do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus de Campo Novo do Parecis e outra parte ao Laboratório de Agricultura de Precisão e Mecanização Agrícola – LAPMec da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop. Nestes locais procedeu-se a limpeza com auxílio de peneiras (Figura 15 A) com malhas de 4,75; 2,36; 2,00; 1,18; e 0,60 mm. Os grãos ficaram retidos em sua grande

maioria na peneira 1,18 mm, porém ainda com impurezas e pequenos detritos de palha, sementes de plantas daninhas, pequenos torrões de terra e grânulos de adubo. Após o peneiramento, retirou-se as impurezas que ainda permaneceram nas amostras, utilizando-se de um ventilador, e por fim com separação manual, até que todos os grãos estivessem sem impurezas (Figura 15 B) e pesados em balança de precisão (Figura 15 C).

Fotos: Carlos Jorge da Silva



Figura 15. Beneficiamento de grãos de gergelim via peneiramento do material bruto coletado sobre o solo (A), amostra processada (B) e pesadas em balança de precisão (C).

Comparativos realizados

Comparativo entre máquinas em um mesmo talhão (cultivar BRS Anahí)

A lavoura foi dessecada 15 dias antes da colheita com aplicação aérea (avião agrícola), sendo que a umidade dos grãos estava a aproximadamente entre 5% e 6%. Na área era possível verificar visualmente as perdas de grãos devido às características de deiscência da cultivar (Figura 16). No Quadro 3 tem-se maiores informações sobre a área e cultivar do talhão 1.

Fotos: Diego Augusto Florese



Figura 16. Condição das plantas secas e em condição de colheita na área do talhão 1 com a cultivar BRS Anahí (A) e detalhe de grãos caídos ao solo proveniente de perdas naturais e mecânicas (B).

Quadro 3. Principais informações sobre a cultivar BRS Anahí obtidas no talhão 1 durante a colheita. Fazenda Porta do Céu em Campo Novo do Parecis, MT, (safra 2020).

Proprietário	Sérgio Stefanello
Solo	Latossolo - 55% de argila (aprox.)
Cultivar do gergelim	BRSAnahí
Data de semeadura	03/02/20
Data de dessecação	01/06/20
Data da colheita	15 e 16/06/2020
Ciclo	133 e 134 dias
Espaçamento	45 cm
População	93.330 plantas por ha
Plantas por metro	4,20
Umidade dos grãos	5% a 6 %

Comparativo entre talhões para uma mesma máquina (Case IH 7130)

Com o objetivo de avaliar variações encontradas em função da troca de cultivares e também da troca de talhão e das condições da lavoura, comparou-se uma mesma máquina com plataforma adaptada em três condições, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Tamanho de área (ha), cultivares, datas de semeadura e colheita em três distintos talhões da Fazenda Porta do Céu em Campo Novo do Parecis, MT, safra 2020.

Talhão	Área (ha)	Cultivar	Data de semeadura	Data de colheita
1	269	BRS Anahí	03/02/20	15 e 16/06/2020
2	309	Trebol	07/02/20	19/06/21
3	279	BRS Anahí	15/02/20	30/06/21

Resultados e Discussão

Para efeito de comparação e obtenção dos valores percentuais, foram utilizados os valores de potencial da lavoura (ou produtividade máxima sem perdas) conforme Tabela 2.

Tabela 2. Cultivares e potencial produtivo nos três distintos talhões da Fazenda Porta do Céu em Campo Novo do Parecis - MT, safra 2020.

Talhão	Cultivar	Potencial da lavoura (kg/ha) (produtividade máxima)
1	BRS Anahí	1519
2	Trebol	1343
3*	BRS Anahí	937

*Área teve problemas de alagamento no início do cultivo e perdeu potencial produtivo.

Resultados para o comparativo entre as máquinas

Nas Figuras 17 e 18, tem-se os resultados obtidos para as perdas de grãos, em kg ha⁻¹ e em percentual, para as duas colhedoras avaliadas, sendo a produtividade obtida (média de dados informados pela fazenda e com base em estimativas de campo) e também o potencial produtivo (produtividade máxima sem perdas) estimado a partir de amostragens aleatórias dentro da área.

Com a colhedora da marca Case IH, modelo 7130 as perdas ocasionadas pela plataforma foram de 257 kg ha⁻¹ (16,9%) e isso representa em torno de 3/4 (257/351 kg ha⁻¹) de toda a perda de grãos de gergelim da área (Figura 17). Essa perda ocorre devido aos impactos dos mecanismos móveis da plataforma nas plantas de gergelim, que por sua vez, possuem alta susceptibilidade a queda de grãos devido a deiscência dos frutos tipo cápsulas. Os mecanismos internos da colhedora (separação e limpeza) foram responsáveis por 38 kg ha⁻¹ (2,5%) de perdas e os grãos caídos por causas naturais, representaram 56 kg ha⁻¹, equivalente a 3,7%.

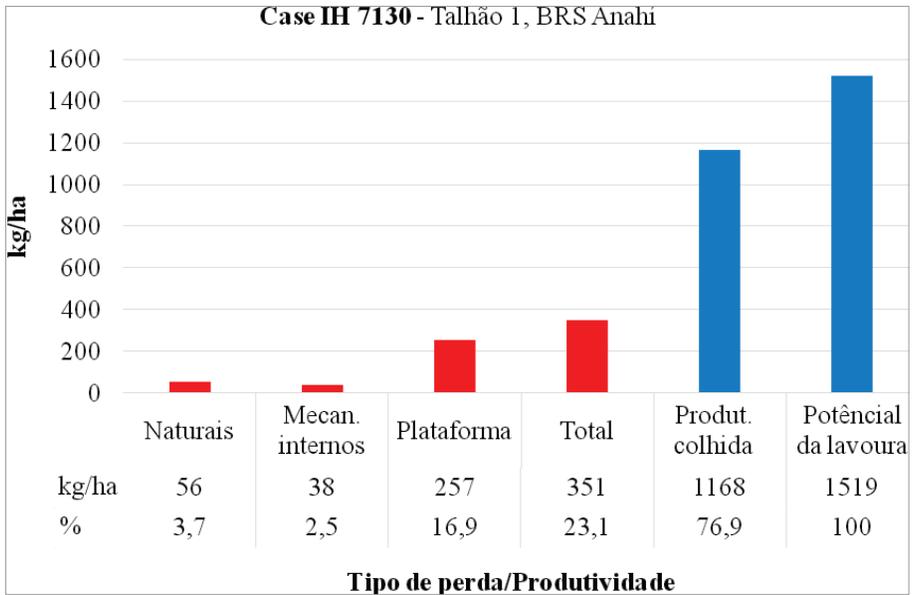


Figura 17. Valores para os diferentes tipos de perdas, para a produtividade colhida e para o potencial total da lavoura obtidos durante a colheita de gergelim no talhão 1 com a cultivar BRS Anahí, e com a colhedora da marca Case IH modelo 7130. Fazenda Porta do Céu, Campo Novo do Parecis, MT, junho de 2020.

Com a colhedora da marca Case IH, modelo 8230, foram encontrados perdas menores (Figura 18), mostrando que houve um maior acerto dos componentes da máquina no que diz respeito às regulagens ou ajustes para a colheita do gergelim. As perdas foram de 199 kg ha⁻¹ e representaram apenas 13,1%. Novamente a maior quantidade de grãos perdidos foi na plataforma, agora com 117 kg ha⁻¹ (7,7%), representando um percentual do total perdido de 58,8% (117/199 kg ha⁻¹), o que mais uma vez mostra que a sensibilidade de queda dos grãos que já estão desligados das cápsulas, é bastante grande, bastando pequena movimentação da plataforma para que se tenha desperdício de produto.

Nos mecanismos internos da máquina (Case IH 8230), houve perdas de apenas 26 kg ha⁻¹. Do valor total de grãos perdidos (199 kg ha⁻¹) as perdas naturais representaram 28% e por ocasião da colheita, as causas mecânicas representaram os demais 72%.

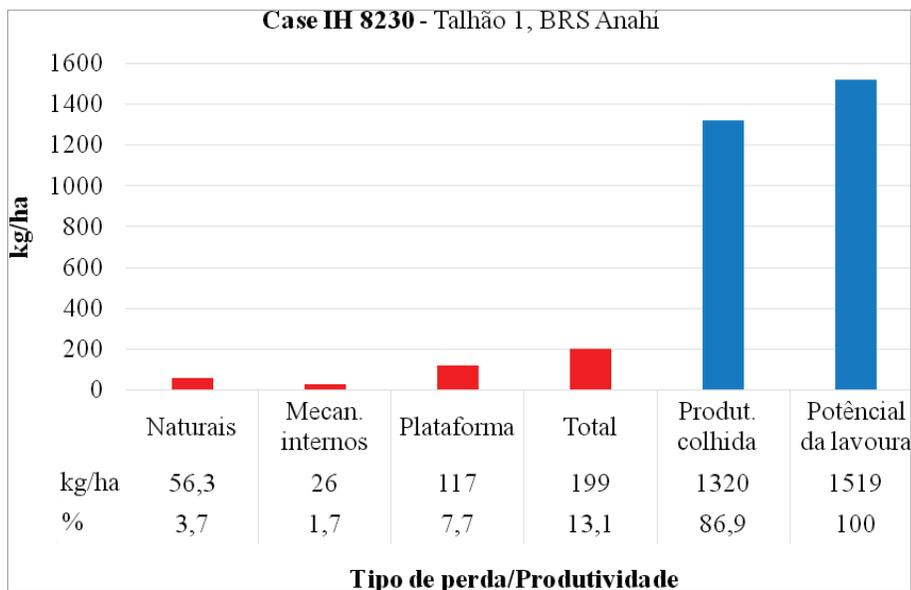


Figura 18. Valores das perdas, da produtividade colhida e do potencial total da lavoura obtidos durante a colheita de gergelim no talhão 1, com a cultivar BRS Anahí e com a colhedora da marca Case IH, modelo 8230. Fazenda Porta do Céu, Campo Novo do Parecis, MT, junho de 2020.

No comparativo entre os resultados das duas colhedoras, observou-se que com o modelo 7130 obteve-se maiores perdas, e isso se deve a fatores vinculados a ajustes da máquina. Por ocasião das coletas e em observações nos vídeos feitos durante a colheita, verificou-se que a colhedora estava com o molinete levemente atrasado em relação ao deslocamento da máquina, empurrando plantas para frente e assim propiciando maiores perdas (A rotação do molinete não foi medida). Considerando a deiscência da cultivar BRS Anahí, todo e qualquer ajuste que seja feito na máquina, especialmente nos mecanismos da plataforma, podem interferir positiva ou negativamente na quantidade de grãos colhidos.

Conforme a Tabela 3, na qual observa-se as médias das perdas das duas colhedoras, onde tem-se 275 kg ha^{-1} e percentual de 18,1% de perda total, pode-se afirmar que estes resultados são bastante promissores, pois ficaram bem abaixo dos números encontrados na bibliografia, os quais mencionam perdas médias de 40% (Fiorese et al., 2020), ou ainda situações em que são mencionadas perdas de 50% ou superior (Arriel et al., 2007; Queiroga; Silva, 2008).

Tabela 3. Perdas médias de produtividade nas duas colhedoras (Case IH 7130 e 8230) no talhão 1 com a cultivar de gergelim BRS Anahí.

----- Perdas -----				----- Produtividades -----	
Naturais	Mecanismos internos	Plataforma	Total	Produtividade colhida	Potencial da lavoura
----- kg ha ⁻¹ -----					
56,3	32,1	187	275	1244	1519
----- % com base no potencial produtivo da lavoura -----					
3,7	2,1	12,3	18,1	81,9	100
-----%com base no valor total de perdas-----					
20,4	11,6	68	100	-	-

Fazenda Porta do Céu, Campo Novo do Parecis, MT, junho de 2020.

Considerando o pequeno tamanho e massa dos grãos de gergelim, observou-se um baixo índice de perdas internas nas máquinas, o que evidencia que o uso da tela de 4 mm e os ajustes nos mecanismos de separação e limpeza estavam adequados à operação, propiciando perdas médias de apenas 2,1% ou 32,1 kg ha⁻¹. Todavia, nas situações em que o produtor tem máquinas de pré-limpeza na propriedade para a retirada das impurezas dos grãos, é possível se obter maiores reduções destas perdas internas, reduzindo-se a velocidade do ventilador nas colhedoras e ajustando a velocidade de deslocamento da máquina de forma a permitir maior tempo de separação e limpeza dos grãos em relação a palhada.

Resultados para o comparativo entre talhões

Para o comparativo entre talhões, agora com apenas uma colhedora sendo observada, utilizar-se-á de parte dos resultados já apresentados para o talhão 1 (Figura 17) e a seguir tem-se os resultados obtidos nos outros dois talhões. Foi possível avaliar as perdas de diferentes pontos da máquina apenas no talhão 1. No talhão 2 e 3, fez-se as determinações somente para

as perdas naturais e a perda total. Obteve-se respectivamente, conforme Figuras 19 e 20, perdas naturais de 88 e 29 kg ha⁻¹ (6,5% e 3,1%) e totais de 208 kg ha⁻¹ e 193 kg ha⁻¹ (15,5% e 20,6%). Vale ressaltar que os talhões continham cultivares e condições diferentes, daí a maior variação nas perdas naturais.

Os resultados obtidos para a cultivar Trebol (Figura 19), com perdas totais de 208 kg ha⁻¹ (15,5%) não foram considerados índices elevados, ficando abaixo dos resultados vistos na literatura (Arriel et al., 2007; Queiroga; Silva, 2008; Fiorese et al., 2020). O percentual foi inferior ao obtido com a cultivar Anahí (na média das duas máquinas), sendo que a arquitetura das plantas da Trebol, com maior ramificação, não afetou a quantidade de grãos perdidos, e as adaptações da máquina foram suficientes para perdas relativamente baixas.

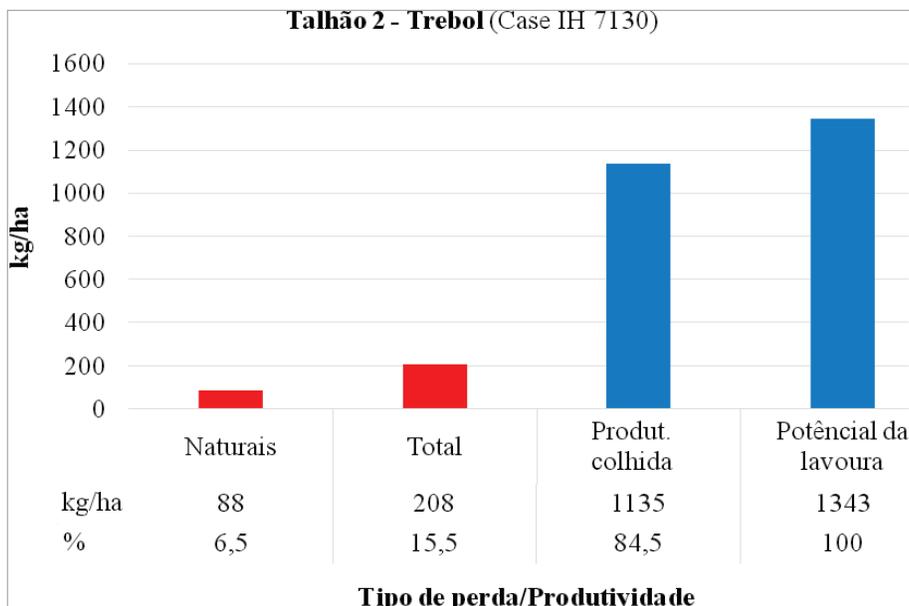


Figura 19. Valores para os diferentes tipos de perdas, para a produtividade colhida e para o potencial produtivo total da lavoura obtidos durante a colheita de gergelim no talhão 2 com a cultivar Trebol.

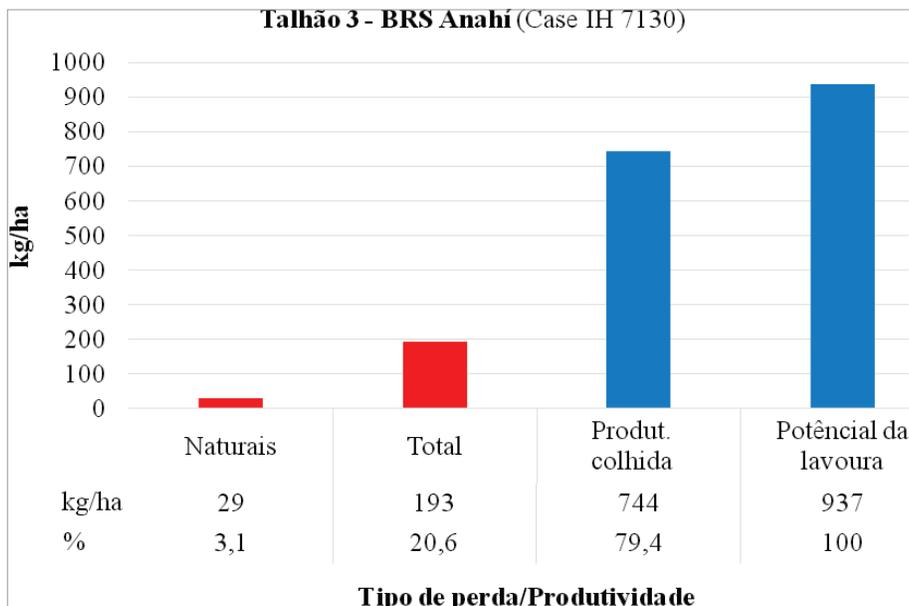


Figura 20. Valores para os diferentes tipos de perdas, para a produtividade colhida e para o potencial produtivo total da lavoura obtidos durante a colheita de gergelim no talhão 3* com a cultivar BRS Anahí. Fazenda Porta do Céu, Campo Novo do Parecís, MT, junho de 2020.

*Na área do talhão 3 houve problemas de alagamento no início do cultivo desta forma houve redução do potencial produtivo.

Em números percentuais, comparando-se os resultados do talhão 1 (Figura 18) com o talhão 3 (Figura 20) para a cultivar BRS Anahí, verificou-se, respectivamente, valores de 3,7 e 23,1% de perdas naturais e total (talhão 1), e 3,1% e 20,6% (naturais e total) de perdas para o talhão 3. Na média, com a cultivar BRS Anahí a perda total foi de 21,9% com a colhedora Case IH 7130.

Na Tabela 4, observa-se o resumo dos dados (valores médios) para as perdas naturais, perdas na máquina e a perda total, além da produtividade colhida e o potencial total da lavoura de gergelim nos três talhões da fazenda (médias dos dados da Figura 18, 19 e 20 com a Case IH 7130).

Tabela 4. Médias obtidas nos três talhões de gergelim para os valores em kg ha⁻¹ e em percentual com separação das perdas naturais e perdas ocasionadas pela máquina para a colhedora Case IH 7130.

----- Perdas -----			----- Produtividades -----	
Naturais	Perdas na máquina	Total	Produtividade colhida	Potencial Da lavoura
-----kg ha ⁻¹ -----				
58	193	251	1016	1267
----- % com base no potencial produtivo da lavoura -----				
4,5	15,3	19,8	80,2	100
-----% com base no valor total de perdas -----				
23,1	76,9	100	-	-

Campo Novo do Parecis, MT, Junho de 2020.

Verifica-se que a maior parte da perda é ocasionada por fatores mecânicos, sendo que dos 19,8% perdidos no total, destes, 15,3% foram por ocasião da colheita e pela própria máquina. As perdas naturais foram de 4,5%. Considerando o total médio de perdas de 251 kg ha⁻¹, a máquina foi responsável por desperdiçar 193 kg ha⁻¹ o que representa mais de 3/4 de toda a perda (76,9%).

A variação observada entre os talhões é considerada normal e se deve a fatores como cultivar, potencial produtivo, variações mecânicas e humanas e outros referentes ao momento exato da colheita. No entanto, considerando que o cultivo do gergelim possui alto grau de complexidade quando o assunto é colheita mecanizada, e em comparação com valores obtidos na literatura (Arriel et al., 2007; Queiroga; Silva, 2008; Fiorese et al., 2020), que mencionam perdas da ordem de 40% ou ainda superior a 50%, pode-se afirmar que as adaptações feitas nas máquinas, principalmente nas plataformas de corte, foram eficientes para se ter maiores quantidades de grãos colhidos, e portanto, menos desperdício devido a fatores operacionais durante a colheita.

Considerações Finais

A perda média variou entre 18% e 20%, sendo bastante inferior a percentuais encontrados em dados bibliográficos que mencionam, comumente, perdas na ordem de 40% ou superior. Assim, pode-se afirmar que as adaptações e/ou melhorias realizadas pelo produtor e sua equipe, principalmente nas plataformas de corte, surtiram efeito positivo e permitiram ganhos de produtividade de gergelim devido a redução das perdas na colheita, para as duas cultivares e as duas colhedoras/plataformas avaliadas. Essas perdas são mais de 50% inferiores às relatadas na literatura o que permite concluir que o uso de máquinas dedicadas ou melhoradas com foco na colheita do gergelim pode ser uma excelente opção para o agricultor.

Agradecimentos

Os autores e colaboradores agradecem o apoio incondicional do Sr. Sérgio Stefanello e toda equipe da Fazenda Porta do Céu, onde a maior parte das atividades foram desenvolvidas para obtenção dos resultados descritos neste documento. Agradecemos ainda, a FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE MATO GROSSO, FAPEMAT por fornecer parte dos recursos financeiros utilizados no trabalho.

Referências

ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P. de T.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; ARAÍJO, A. E. de; SILVA, A. C.; FERREIRA, G. **A cultura do gergelim**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 72 p. (Embrapa Informação Tecnológica – Embrapa Algodão. Coleção Plantar, 50).

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2019/20**. Brasília, DF, v. 7, n° 12, set. 2020, 68 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 20 jan. 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos- Safra 2021/22**. Brasília, DF, v. 9, n° 11, ago. 2022, 86 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 20 jan. 2022.

FAOEST. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. 2020. Disponível em: www.fao.org/faostat/en/#data/home. Acesso em: 20 set. 2020.

FAOEST. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. 2022. Disponível em: www.fao.org/faostat/en/#data/home, Acesso em: 17 jul. 2022.

FIORESE, D. A.; MACHADO, T. M.; de PELEGRIN, J. H. B.; CERVO, F. M.; RAMOS, A. C. M.; PEREIRA, A. E. S. Perdas na colheita do gergelim. **Agriworld**, p. 42-49. 2020.

MAPA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**: Serviço Nacional de Registro de Cultivares. Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/snc/cultivaresweb/cultivares_registradas.php. Acesso em: 15 out. 2020.

QUEIROGA, V. P.; SILVA, O. R. R. F. **Tecnologias Utilizadas no Cultivo do Gergelim Mecanizado**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 140 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 203).

Embrapa

Algodão

Parceiras



Apoio

FAPEMAT
FUNDAÇÃO DE APOIO À
PESQUISA DO ESTADO
DE MATO GROSSO



GOVERNO DE
**MATO
GROSSO**

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA E
PECUÁRIA**

