



COMUNICADO
TÉCNICO

102

Londrina, PR
Maio, 2022

Embrapa

Manejo Integrado da Colheita: determinação das perdas de grãos na colheita de soja usando o Copo Medidor da Embrapa

José Miguel Silveira
Osmar Conte
Cezar de Mello Mesquita

“Quem não sabe o quanto perde, não sabe o quanto ganha!”

(César de Mello Mesquita)

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

Comunicado Técnico 102

2ª edição

**Manejo Integrado da Colheita:
determinação das perdas de grãos
na colheita de soja usando o
Copo Medidor da Embrapa**

*José Miguel Silveira
Osmar Conte
Cezar de Mello Mesquita*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta
CEP 86085-981
Caixa Postal 4006
Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Colaboradores

César Massamitsu Goto, Dirceu Antônio de Oliveira, Eliseu Custódio de Souza, Geraldo Lonien, Jaime de Paulo Figueiredo, João Cipriano Pinto, José dos Santos de Oliveira, Laércio Fadelli, Mauro Salvador Magro, Odines Jacinto de Barros, Roberto Chimenes de Miranda, Waldecir dos Santos

Comitê Local de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *Alvadi Antonio Balbinot Junior*

Secretária-Executiva: *Regina Maria Villas-Bôas de Campos Leite*

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros França Neto, Liliane Márcia Mertz-Henning, Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica: *Valéria de Fátima Cardoso*

Editoração eletrônica e capa: *Marisa Yuri Horikawa*

Foto da capa: *RR Rufino (lavoura) e Marisa Yuri Horikawa (Copo Medidor da Embrapa)*

2ª edição

PDF digitalizado (2022).

Todos os direitos reservados.

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

Autores

José Miguel Silveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Osmar Conte

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Cézar de Mello Mesquita

Engenheiro-agrônomo, Ph.D., pesquisador aposentado da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Agradecimentos



Afonso Vieira
Alcides Barco Júnior
Alcides Bodnar
Aleocídio Balzanelo
Alfredo Guinan
Amélio Dall'Agnol
Anderson Morais Kimecz
André Steffens Moraes
Antoninho Carlos Maurina
Arinaldo de Menezes
Célio Finardi
Celso de Almeida Gaudêncio
Décio de Assis
Décio Gazzoni
Diego Machado
Dyemydym Branco Vieira
Edmundo Hadlich
Elda Cristina Biezus
Elisandro Jaskulski
Eliseu Custódio de Souza
Emilson França de Queiroz
Fernando Antônio F. Portugal
Flávio Dalchiavon
Gilberto São João

Hidelfonso Haas
Iolder Colombo
Ivan Luiz Biezus Jr.
Joaquim Girardi
Jomar Chandoha de Mello
Jorge Benigno Neto
José de Barros França Neto
José Dionísio Managó
Laércio Fadelli
Luís Cesar Vieira Tavares
Luísa Pante Pereira
Maria Cristina Neves de Oliveira
Marisa Yuri Horikawa
Mauro Salvador Magro
Nilton P. Costa (*in memoriam*)
Paulo Roberto Galerani
Roberto Chimenes de Miranda
Rosivaldo Hiolanda
Salvatori de Angelis
Sandra Maria Santos Campanini
Sérgio Schimiti (*in memoriam*)
Sérgio Stefanelo
Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol
Victor Hugo dos Santos Oliveira

Introdução

A determinação das perdas pelo método volumétrico do **Copo Medidor da Embrapa** possibilita um manejo integrado e rápido do processo de colheita, de modo a mantê-las no nível de tolerância de até 1,0 saco de 60 kg por hectare.

Essa informação, aliada ao conhecimento dos sistemas operacionais de uma colhedora e suas respectivas regulagens, permite realizar uma colheita mais eficiente, contribuindo para a redução das perdas e a eliminação dos desperdícios de grãos, propiciando uma maior durabilidade à colhedora e o aumento da lucratividade da lavoura.

Resultados significativos para o Programa de Redução das Perdas de Grãos na Colheita de Soja (Gazzoni et al., 2021) foram conseguidos pelo uso do Copo Medidor da Embrapa, por meio de ações interinstitucionais, por exemplo, junto ao Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/PR (atualmente vinculado ao Instituto de Desenvolvimento Rural – IDR Paraná) e à Associação de Plantio Direto do Vale do Paranapanema – APDVP, com sede na cidade de Assis (SP). O primeiro, participando da transferência desta tecnologia desde a década de 80, por meio

de campanhas e concursos municipais/regionais de redução das perdas de grãos na colheita de soja (Costa et al., 1979; Maurina, 2009; Silveira et al., 2018; Conte et al., 2019a, 2019b, 2020; Silveira et al., 2019). Por sua vez, a APDVP realizou nas safras 2017/2018 e 2018/2019 o “Rally da Colheita”, onde o monitoramento do desempenho das colhedoras possibilitou uma economia de 30 mil sacos de soja no primeiro ano, numa região de 30 mil hectares (Benigno et al., 2018).

As perdas de grãos pelo não uso de uma tecnologia de aferição, considerando 1,0 saca de 60 kg/ha, representaram para o Estado do Paraná e para o Brasil, respectivamente, valores potenciais de aproximadamente R\$ 10 bilhões de reais e R\$ 55,6 bilhões de reais, no período de 1990 a 2020 (Silveira et al., 2022).

O presente manual técnico é parte integrante do “Kit Perdas” (copo, manual, armação e pinos) da Embrapa e apresenta informações teórico-práticas relacionadas ao uso do copo medidor e a colheita de soja, sendo destinado à capacitação de técnicos, produtores rurais e, principalmente, operadores de colhedoras.

A soja e a colheita

A soja cultivada (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta herbácea de desenvolvimento rápido (100 a 150 dias para o ciclo completo) (Gazzoni, 1995). O seu fruto é do tipo legume, comumente chamado de vagem (Miyasaka; Medina, 1981) (Figura 1). Na maturação, seu comprimento varia de 2,0 a 7,0 cm, com largura de 1,0 a 2,0 cm. O grão tem a forma esférica, às vezes um pouco alongada ou ovalada, com um peso médio de 100 grãos variando de 10 e 20 g, podendo chegar a 40 g.

Foto: RRRufino

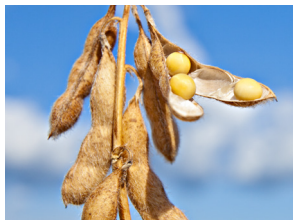


Foto: Antonio Neto

Figura 1. Imagens ilustrativas de vagens e grãos de soja.

A fase de desenvolvimento reprodutivo ligada diretamente à colheita, o estágio R8, segundo a escala fenológica de Fehr e Caviness (1977), corresponde ao período quando 95% das vagens apresentam cor característica para o recolhimento. No entanto, a vagem madura nem sempre indica o ponto de colheita para os grãos em seu interior.

Nesse estágio, a soja perderá umidade rapidamente e, em um período de cinco a dez dias de clima seco os grãos atingem o teor desejável de 13% - 15% de umidade. Quando colhida nesse intervalo, os danos mecânicos e as perdas são minimizados.

Grãos colhidos com teores de umidade superiores a 15% estão sujeitos a danos mecânicos latentes ou não aparentes (caracterizados por amassamentos ou abrasões, segundo França-Neto et al., 2007). Por sua vez, teores de umidade inferiores a 13% proporcionam um aumento dos danos mecânicos imediatos ou aparentes, comumente identificados pela presença de grãos quebrados ou “bandinhas” (metades).

Para o adequado planejamento da operação de colheita, deve-se, também, considerar a capacidade efetiva de trabalho de uma colhedora (Mesquita, 1981), que é dada pela fórmula $Cte = V \times L \times Ef / 10.000$, onde: Cte é a capacidade efetiva de trabalho (em ha/h); V, a velocidade de deslocamento (em m/h); L, a largura efetiva de operação (em m) e Ef, o coeficiente de eficiência (para colhedoras automotrizes, o valor varia de 0,65 a 0,80).

Principais fatores relacionados às perdas de grãos na colheita de soja

Todo processo de colheita de espécies vegetais, com a utilização de equipamentos mecanizados, implica em maior ou menor perda de produto, devido às naturezas constitutivas tanto da planta quanto da máquina (Balastreire, 1987).

As perdas de grãos numa lavoura podem ocorrer antes do início de operação das colhedoras e são as chamadas perdas de pré-colheita. A debulha natural é um processo ligado às cultivares, existindo aquelas que são mais suscetíveis que outras (Queiroz et al., 1978). Esse aspecto adquire maior importância quando há um atraso na colheita, pois retardamentos muito prolongados acarretam perdas na qualidade e na quantidade produzidas, especialmente sob condições de alta umidade e temperatura elevada.

É importante destacar que, quanto mais tempo a planta permanecer em ponto de colheita no campo, maior será a probabilidade da ocorrência de abertura das vagens. Isso pode ocorrer por fatores genéticos de cada cultivar ou ser induzido por eventos naturais como chuva de granizo ou torrencial, ventos fortes, entre outros, que podem acarretar a perda parcial ou total dos grãos.

A perda de grãos durante a colheita é influenciada por características morfológicas da planta, como altura de planta e de inserção das primeiras vagens, número de ramificações e acamamento. Plantas baixas (menores que 50 cm) favorecem a formação de vagens muito próximas ao solo, de modo que, ficando abaixo do nível da barra de corte da plataforma da colhedora, permanecem ligadas à parte remanescente do caule após a passagem da máquina. As perdas na colheita tendem também a crescer à medida que aumentam as ramificações devido à quebra de ramos que não são recolhidos pela colhedora (Queiroz et al., 1978). Além disso, a ocorrência de plantas acamadas contribui para o aumento das perdas, pois parte significativa pode não ser recolhida no campo. Em consequência, lavouras com 60% de plantas acamadas podem acarretar até 15% de perdas de grãos na colheita.

Monitoramento das perdas de grãos na colheita de soja pelo método do Copo Medidor da Embrapa - CME

Alguns métodos empregados para a estimativa das perdas de grãos na colheita, como avaliação visual, contagem, pesagem, fórmulas e tabelas, mostram-se morosos, trabalhosos e pouco práticos. Com o objetivo de melhorar estas estimativas, Mesquita e Gaudêncio (1982) criaram um método volumétrico que calcula as perdas na colheita de soja, por meio da correlação entre o peso e o volume dos grãos. Com uma confiabilidade de 94%, este método consiste, basicamente, de duas operações (Mesquita, 1995): a) a coleta de todos os grãos (soltos no solo e dentro das vagens) em uma área delimitada de 2,0 m² (armação confeccionada previamente), colocada no sentido transversal às linhas de plantas, logo após a passagem da colhedora e, b) a leitura direta da perda em uma escala graduada (em sacos de 60 kg por hectare) pela deposição dos grãos no Copo Medidor da Embrapa.

Da armação de coleta

A Embrapa Soja tem recomendado a utilização de uma armação padrão de $2,0 \text{ m}^2$, com medidas de $4,0 \text{ m}$ de largura por $0,5 \text{ m}$ de comprimento. Em caso de dano ou extravio, a mesma pode ser feita de acordo com o esquema apresentado na Figura 2 e os detalhes da Figura 3.

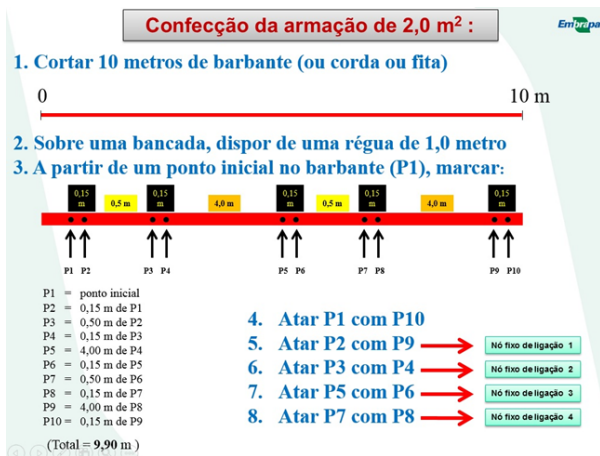


Figura 2. Esquema detalhando os 10 passos para a confecção de uma armação de $0,5 \text{ m}$ de comprimento por $4,0 \text{ m}$ de largura.

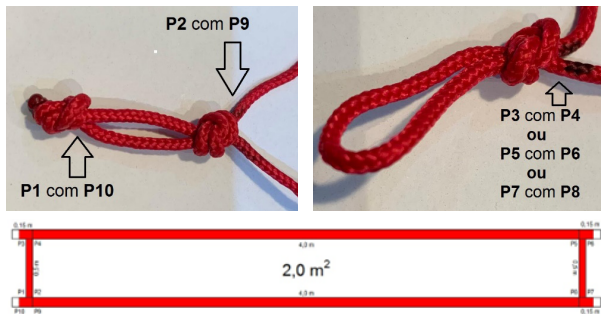


Figura 3. Detalhes das ataduras dos 10 pontos de marcação na corda (P1 a P10) que originarão os quatro nós fixos de ligação.

Armações com dimensões variáveis confeccionadas em função da largura total da plataforma de corte/alimentação da colhedora são mais representativas e também podem ser usadas, cujos pontos de marcação estão apresentados na Tabela 1.

Entretanto, quanto mais larga for a armação, menor será o seu comprimento, o que influencia na sua utilização; o seu uso deve levar em consideração, principalmente, o manuseio da palhada contida na área de coleta, uma vez que em função de um valor médio do palmo, comprimentos de armação menores que 0,22 m reduzem a precisão, bem como a praticidade e a rapidez da aferição da perda e/ou do desperdício dos grãos.

Tabela 1. Posicionamento de nós fixos de ligação em armações de 2,0 m², confeccionadas em função da largura da plataforma de corte/alimentação da colhedora, destacando as quantidades totais e necessárias para a confecção da armação.

Largura da plataforma em pés (m)	Pontos de marcação dos nós fixos da armação de 2 m ² do copo medidor da Embrapa										Amostra de trabalho (m)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
		cm			m	cm			m	cm	
12 (3,7)	Ponto Inicial	15	55	15	3,7	15	55	15	3,7	15	9,4
13 (4,0)		15	50	15	4,0	15	50	15	4,0	15	9,9
14 (4,3)		15	47	15	4,3	15	47	15	4,3	15	10,4
15 (4,6)		15	44	15	4,6	15	44	15	4,6	15	10,9
16 (4,9)		15	41	15	4,9	15	41	15	4,9	15	11,5
17 (5,2)		15	39	15	5,2	15	39	15	5,2	15	12,0
18 (5,5)		15	36	15	5,5	15	36	15	5,5	15	12,6
19 (5,8)		15	35	15	5,8	15	35	15	5,8	15	13,2
20 (6,1)		15	33	15	6,1	15	33	15	6,1	15	13,7
22 (6,7)		15	30	15	6,7	15	30	15	6,7	15	14,9
25 (7,6)		15	26	15	7,6	15	26	15	7,6	15	16,7
30 (9,2)		15	22	15	9,2	15	22	15	9,2	15	19,7
33 (10,0)		15	20	15	10,0	15	20	15	10,0	15	21,2
35 (10,7)		15	19	15	10,7	15	19	15	10,7	15	22,6
40 (12,2)		15	16	15	12,2	15	16	15	12,2	15	25,6
45 (13,7)		15	15	15	13,7	15	15	15	13,7	15	28,6
50 (15,2)	15	13	15	15,2	15	13	15	15,2	15	31,5	

Em resumo, o valor do comprimento da armação é obtido pela fórmula ($X = 2/Y$), onde X é o valor calculado do comprimento e Y é a largura da plataforma de corte/alimentação da colhedora (Figura 4).

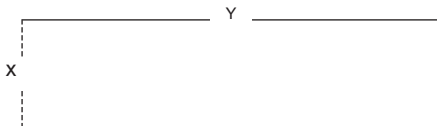


Figura 4. Detalhe da armação de $2,0 \text{ m}^2$ onde pela fórmula $X = 2/Y$ é calculado o valor do comprimento (X) em função da largura (Y) da plataforma de corte/alimentação da colhedora, pelo método do Copo Medidor da Embrapa.

Por exemplo, em uma plataforma de $9,1 \text{ m}$ de largura, o valor do comprimento da armação será de $C = 2,0/9,1 = 0,22 \text{ m}$ (Figura 5). A armação pode ser feita de barbante ou de corda trançada, sendo fixada no solo por meio de quatro pinos de ferro.



Figura 5. Medidas de uma armação com $2,0 \text{ m}^2$ de área, calculadas em função de uma plataforma de corte/alimentação de $9,1 \text{ m}$ de largura.

Do copo medidor

O Copo Medidor da Embrapa - CME é caracterizado por um recipiente cilíndrico, flexível, não deformável, transparente, que não altera o volume e permite a visualização dos grãos no seu interior.

Uma escala graduada de 11,0 sacos de 60 kg por hectare quantifica rapidamente a amostra (grãos coletados na área de 2,0 m²) que ali é depositada. Um nível de tolerância de perdas até 1,0 saco é estabelecido, seguindo recomendações nacionais e internacionais; acima deste valor ocorre desperdício (Figura 6), que pode ser evitado por meio da correta identificação do (s) problema (s) e sua (s) causa (s), conforme detalhamento apresentado na Tabela 2 alocada no final deste manual. Feita a amostragem e verificado que o nível da amostra é igual ou inferior ao referencial de tolerância, o processo de colheita não se interrompe; em caso de valores superiores ao nível de tolerância recomenda-se a realização de uma nova amostragem para a comprovação da ocorrência de desperdício – neste caso, a colheita é interrompida. Por fim, em determinadas situações de colheita, este nível de tolerância de 1,0 saco de 60 kg por hectare pode variar e ser determinado em função das condições da lavoura, do estado de manutenção dos equipamentos colhedores e da capacitação do operador (Silveira et al., 2016).

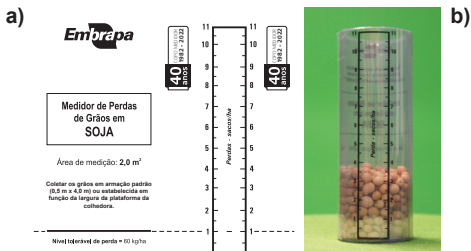


Figura 6. a) Detalhe ilustrativo do design da parte frontal do Copo Medidor da Embrapa, com logomarca da empresa parceira. b) Detalhe real da parte de trás do CME contendo uma amostra de grãos coletada em armação de 2,0 m², indicando um nível de perdas de 3,5 sacos de 60 kg por hectare – em tonalidade mais escura observa-se o desperdício de 2,5 sacos; em tonalidade mais clara destaca-se o nível de tolerância de 1,0 saco.

Durante o processo de colheita, as coletas devem ser feitas, quando possível, em pelo menos três pontos (repetições) aleatórios por amostragem (Figura 7). Para a determinação da perda total (PTT) de grãos, após a passagem da colhedora, coloca-se a armação em sentido transversal às fileiras de semeadura, coletam-se todos os grãos e todas as vagens de seu interior; debulhadas estas, deposita-se a totalidade dos grãos no Copo Medidor da Embrapa e obtêm-se diretamente o valor da perda total daquele ponto de amostragem.

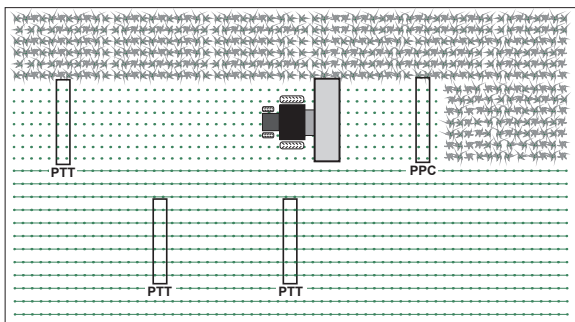


Figura 7. Pontos de coleta de grãos, em determinados locais da lavoura, cujas amostras determinam as perdas totais (PTT) e na plataforma de corte/alimentação (PPC) da colhedora, durante a colheita de soja.

Fonte: adaptado de Mesquita et al. (1998).

Para quantificar as perdas específicas que ocorrem na plataforma de corte/alimentação (PPC) da colhedora, o operador deve pará-la imediatamente, desligando todos os seus sistemas, recuar uns 4 a 5 metros, colocar a armação e coletar todo o material (grãos e vagens) de seu interior e depositar os grãos no copo medidor. A determinação das perdas nos mecanismos internos (PMI) da colhedora (trilha, separação, limpeza, transporte e armazenamento) obtém-se pela diferença entre o valor de perda total e o de plataforma de corte, ou seja, $PMI = PTT - PPC$.

Dos pinos de fixação

Quatro pinos de ferro acompanham o “Kit Perdas” e estes objetivam fixar a armação no solo, de modo que a área de coleta de $2,0 \text{ m}^2$ permaneça inalterada e a informação obtida tenha o menor erro amostral possível.

Recomenda-se que ripas de madeira, tubos de PVC ou qualquer outro tipo de material resistente possa ser adaptado às laterais de $0,5 \text{ m}$ de comprimento da armação, de modo a facilitar a manutenção e o armazenamento do conjunto armação-pinos (Figura 8).

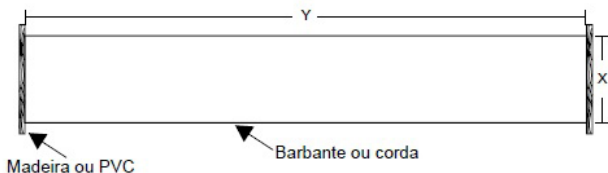


Figura 8. Detalhe ilustrativo da adaptação de suportes nos lados de comprimento menor da armação de $2,0 \text{ m}^2$ que acompanha o “Kit Perdas”.

Fonte: adaptado de Mesquita et al. (1998).

A colhedora e os seus sistemas operacionais

Para facilitar o entendimento do funcionamento de uma colhedora, dividimos a mesma em sistemas operacionais, conforme suas funções exercidas na máquina. Basicamente, são sete sistemas: corte/ alimentação, trilha, separação, limpeza, transporte, armazenamento e descarga (Figura 9).

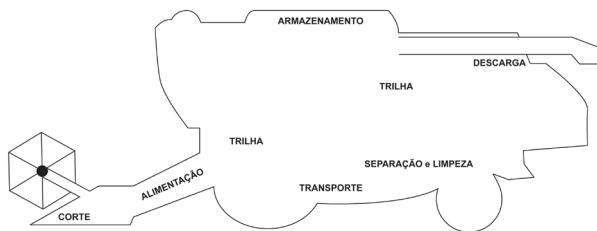


Figura 9. Sistemas operacionais de uma colhedora automotriz convencional.

Sistema de corte e de alimentação

Este sistema é composto de barra de corte, molinete, condutor helicoidal (conhecido como sem-fim ou caracol) e esteira alimentadora. Num primeiro momento, as plantas de soja são direcionadas pelos pentes do molinete, cortadas pela barra de corte e conduzidas ao caracol que transporta as

plantas em direção ao centro da plataforma, onde são empurradas pelos dedos retráteis para a esteira alimentadora que as levará até o sistema de trilha (Garcia, 1989).

Os ajustes principais são a rotação, a posição do molinete e a velocidade de trabalho da colhedora. A velocidade periférica do molinete deve ser um pouco superior à da colhedora e que o mesmo opere com seu eixo central um pouco a frente da barra de corte (de 15 a 30 cm, Figura 10), de modo que os dentes do molinete toquem o terço superior das plantas.

Em colhedoras modernas é possível encontrar sistemas de auto ajuste que sincronizam a rotação do molinete com a velocidade de avanço da colhedora.

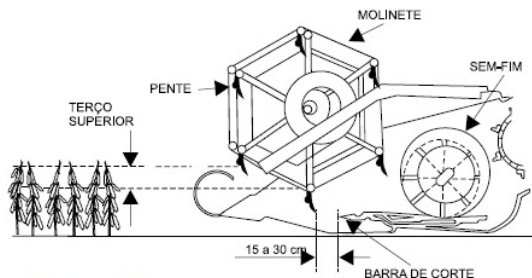


Figura 10. Detalhamento da posição do molinete em relação à barra de corte e à altura das plantas de soja.

Fonte: adaptado de Mesquita et al. (1998).

Segundo Mesquita et al. (1998), para ajustar a rotação ideal do molinete de 1,0 m a 1,2 m de diâmetro é necessário fazer uma marca na ponta do mesmo, em relação ao seu eixo e regular a sua rotação para cerca de 9,5 voltas em 20 segundos, se a velocidade da colhedora for de até 5,0 km/h e de, no máximo, 12,5 voltas em 20 segundos, se a velocidade da colhedora for de 6,0 km por hora. Para molinetes de 0,9 m de diâmetro, ajustar a rotação do mesmo para cerca de 10,5 voltas em 20 segundos, se a velocidade da colhedora for de até 5,0 km por hora e de, no máximo, até 15 voltas em 20 segundos, se a velocidade da colhedora for de 6,0 km por hora.

A velocidade de operação da colhedora é muito importante para um bom funcionamento e a manutenção das perdas no nível desejado. Indica-se colher com velocidades entre 4,0 e 6,5 km por hora, dependendo de fatores inerentes à lavoura como a regularidade do terreno, a produtividade e a porcentagem de acamamento da soja, a presença de pedras, obstáculos ou plantas daninhas.

Importantes são, também, os fatores relacionados à máquina como plataforma autonivelante ou rígida, sistema de trilha axial ou radial e, principalmente, à habilidade e à capacitação do operador. A velocidade de colheita define a taxa ou o índice de alimentação, que é a quantidade de produto

processado por tempo (t/h) e esta pode influenciar as perdas na colheita quando excessiva, segundo Bragachini e Bonetto (1990).

Para estimar a velocidade de deslocamento da colhedora são sugeridos dois métodos: a) em um período de tempo de 20 segundos, contar o número de passos largos (padrão adotado de aproximadamente 0,90 metros por passo), ao caminhar na mesma velocidade e ao lado da máquina. Multiplicar o número de passos pelo fator 0,16 para obter a velocidade em km por hora. Se o número de passos variar entre 25 e 41, o deslocamento da colhedora está de acordo com a recomendação; b) dispondo de uma trena ou uma corda, marcar e depois medir a distância percorrida em 20 segundos de deslocamento, dividir o resultado por 20 e multiplicar por 3,6 para obter a velocidade em km por hora. É importante que o operador tenha noção da velocidade de operação para cada posição da alavanca de controle de avanço da colhedora. Isso pode ser pré-definido a campo ou observando-se as indicações descritas no 'Manual do Operador'.

A velocidade de colheita ainda deve estar compatível com as oscilações da barra de corte que, normalmente, são de 1100 ou 1200 golpes por minuto, dependendo da colhedora.

Menores valores de oscilação de barra de corte definem que a colheita deve ser realizada em menor velocidade, de modo que as plantas sejam cortadas.

Plantas arrancadas ou mal cortadas indicam que a velocidade de colheita foi incompatível com o número de golpes da barra de corte. A altura de corte das plantas é estabelecida entre o solo e as vagens mais baixas da planta, sendo definida pela habilidade do operador em plataformas rígidas.

Nas colhedoras mais modernas, o ajuste é estabelecido pela sensibilidade do sistema, ou seja, são plataformas autonivelantes, que também possuem a opção de regulagem manual. A esteira alimentadora deve ser regulada quanto à sua tensão, em função do volume de alimentação.

Diante de plantas pequenas, como em lavouras que sofreram déficit hídrico, em soja um pouco acamada ou genótipos de porte baixo, a esteira deve ser mais tensionada do que diante de plantas grandes e bem desenvolvidas. Outras regulagens são a manutenção da barra de corte com alinhamento dos dedos, troca de navalhas, lubrificação e ajuste de folgas (Bragachini; Bonetto, 1990). Outros problemas e possíveis soluções relacionadas ao sistema de corte e alimentação são apontados na Tabela 2.

Sistema de trilha

Atualmente, existem duas classificações do sistema operacional de trilha nas colhedoras automotrizes convencionais. O sistema de fluxo radial (mais antigo) é composto de cilindro, côncavo e batedor, dispostos transversalmente no equipamento colhedor. Já o sistema de fluxo axial, caracterizado por um rotor longitudinal e côncavo, associado ou não a um elemento batedor localizado na parte anterior do sistema.

No processo de trilha, as vagens devem ser abertas de modo a separar os grãos da palha, sendo realizada, principalmente, pelo cilindro/rotor e o côncavo. Esse sistema é responsável diretamente pela qualidade dos grãos recolhidos.

As principais regulagens do sistema de trilha são: I) a abertura entre o cilindro/rotor e o côncavo, II) a rotação do cilindro e III) o paralelismo entre o cilindro/rotor e o côncavo. A primeira deve ser a maior possível, desde que a trilha seja eficiente. A regulagem da rotação do cilindro deve ser ajustada em função do teor de umidade dos grãos e da palha, com menor rotação para soja mais seca e com aumento da rotação quando houver maior teor de umidade em grãos/palha ou devido à presença de plantas daninhas.

A rotação do cilindro deve ser ajustada ao longo do dia; no início da colheita pela manhã, com maior teor de água, aplicando-se uma maior rotação que à tarde quando a soja já está mais seca. A limpeza da grelha do côncavo deve ser realizada periodicamente, de modo a permitir a passagem dos grãos debulhados mais facilmente, o que também evitará as quebras. Também é necessário fazer regulagem do distanciamento longitudinal entre cilindro e côncavo, de modo que o afastamento entre eles seja igual em ambas as extremidades, definido como paralelismo. Reparos ou troca de barras raspadoras do côncavo, normalmente danificadas pela entrada de pedras ou tocos no cilindro, devem ser realizadas imediatamente. Demais ajustes são apresentados na Tabela 2.

Sistemas de separação e de limpeza

A unidade de separação recebe o conteúdo processado pelo sistema de trilha, sendo responsável pela separação dos grãos da palha mais grossa, como também das hastes e dos ramos da soja. Na unidade de limpeza é realizada a separação final dos grãos trilhados da palha mais fina por meio da ação das peneiras e do fluxo de ar que é direcionado entre elas. As peneiras devem ser reguladas ajustando-se a abertura dos alvéolos e mantidas limpas conforme a necessidade. O fluxo de ar proveniente do ventilador também é regulado por meio do ajuste dos defletores, responsáveis pelo direcionamento, assim como a rotação do ventilador e a abertura de captação de ar.

Sistemas de transporte, armazenamento e descarga

Estes sistemas têm as funções de captar os grãos separados pelo sistema de limpeza e transportá-los por meio dos dutos e das esteiras dos elevadores até o tanque graneleiro e, por ocasião da descarga, deste até o veículo de transporte. O processo de colheita segue até alcançar a capacidade de armazenamento do tanque graneleiro e, a partir

desse ponto, os grãos seguem pelo tubo de descarga até o veículo de transporte. Essa operação pode ocorrer com a colhedora em movimento, sem interrupção da colheita ou mediante a parada na lavoura.

Assim como nas demais etapas, as regulagens no sistema de transporte de grãos podem assegurar melhor qualidade aos grãos colhidos. Cuidados, como ajuste da tensão das correntes transportadoras, substituição dos mecanismos com desgaste e lubrificação adequada contribuem para a melhoria na qualidade dos grãos colhidos, assim como na durabilidade dos componentes mecânicos da colhedora.

Problemas, causas e soluções observadas na colheita mecanizada de soja

Na Tabela 2, são apresentadas, de modo sucinto e prático, uma série de problemas, causas e soluções que ocorrem pela atividade dos variados sistemas de uma colhedora e que proporcionarão um diagnóstico rápido durante o período de colheita.

Tabela 2. Principais problemas observados na colheita mecanizada de soja, suas possíveis causas e as soluções recomendadas para a diminuição das perdas/desperdícios de grãos e a conservação do equipamento de colheita.

Problemas	Causas	Soluções
Vagens caem na frente da barra de corte	Rotação excessiva do molinete Molinete muito avançado Molinete muito alto	Reduzir a rotação do molinete Aproximar o molinete da barra de corte Baixar o molinete e deslocá-lo para trás, se necessário Baixar o molinete e deslocá-lo pra trás, se necessário Baixar a plataforma para cortar as plantas mais rentes ao solo
Plantas cortadas amontoam-se na barra de corte	Molinete muito alto Plataforma de corte muito alta	Baixar o molinete Reduzir a rotação do molinete
Plantas se enrolam no molinete, quando emaranhadas de invasoras	O molinete está muito alto A rotação do molinete é excessiva	Trocar as peças danificadas, alinhar os dedos e as navalhas Desempenar a barra de corte e alinhar os dedos
Corte irregular das plantas ou plantas arrancadas	Navalhas ou dedos da barra de corte danificados ou desalinhados Barra de corte empenada Placas de desgaste das navalhas muito apertadas Velocidade excessiva da colheita	Ajustar as placas para fácil deslizamento das navalhas Reduzir a velocidade de deslocamento
Vibração excessiva da barra de corte	Muita folga ou desalinhamento entre as peças da barra de corte	Eliminar as folgas entre as peças e alinhar
Sobrecarga do cilindro de triilha	Patinação da correia plana Rotação baixa do cilindro Alimentação excessiva do cilindro Pouca folga entre o cilindro e o côncavo	Ajustar a tensão da correia plana Aumentar a rotação do cilindro Diminuir a velocidade da colhedora Aumentar a folga, baixando o côncavo

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Problemas	Causas	Soluções
Vagens não trilhadas caindo do saco-palhas e das peneiras	<p>Rotação do cilindro muito baixa</p> <p>Muita folga entre o cilindro e o côncavo</p> <p>As plantas estão muito verdes ou úmidas</p> <p>As plantas estão muito úmidas</p> <p>A rotação excessiva do cilindro</p> <p>Pouca folga entre o cilindro e o côncavo</p> <p>O côncavo está obstruído</p>	<p>Aumentar a rotação do cilindro</p> <p>Aproximar o côncavo do cilindro</p> <p>Aguardar que as plantas sequem</p> <p>Aguardar que as plantas sequem</p> <p>Diminuir a rotação do cilindro</p> <p>Baixar o côncavo</p> <p>Limpar o côncavo</p>
Grãos quebrados em excesso	<p>O fluxo de ar proveniente do ventilador é insuficiente</p> <p>As peneiras estão muito abertas</p> <p>A extensão da peneira superior está muito alta</p> <p>Muita palha curta sobrecarrega as peneiras</p>	<p>Ajustar a rotação do ventilador ou direção do fluxo de ar</p> <p>Fechar um pouco as peneiras</p> <p>Baixar um pouco a extensão da peneira superior</p> <p>Ajustar a folga do côncavo e a rotação do cilindro</p>
Muito resíduos no tanque graneleiro	<p>O fluxo de ar do ventilador é insuficiente</p> <p>A peneira superior está muito fechada</p> <p>O bandejão está sujo</p> <p>Sobrecarga nas peneiras*</p>	<p>Ajustar a rotação do ventilador ou direção do fluxo de ar</p> <p>Abriir mais a peneira superior ou limpá-la</p> <p>Limpar o bandejão</p> <p>Reduzir a velocidade de trabalho</p>

* ocorre principalmente ao se usar velocidades acima de 6,0 km/h ou em áreas declivosas, tanto perpendicularmente ao declive (onde os grãos tendem a se acumular lateralmente nas peneiras, diminuindo a área de limpeza), como ao subir encostas (o que faz com que a passagem dos grãos pela peneira seja acelerada). Adaptado de Mesquita et al. (1998).

Referências

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Editora Manole Ltda., 1987. 310 p.

BENIGNO NETO, J.; ANGELIS, S. de; ALVES, C. C. C.; RIBEIRO, L. P.; VIEIRA, A. F. G.; SILVEIRA, J. M.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Monitoramento da colheita de soja realizado pela APDVP na região do Vale do Paranapanema (SP), na safra 2017/2018. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 8. 2018, Goiânia. **Inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja**: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 426-428.

BRAGACHINI, M.; BONETTO, L. A. **Cosecha de trigo**: equipamiento, regulación y puestas a punto de la cosechadora - evaluación de pérdidas. Manfredi: INTA - EEA Manfredi, 1990. 60 p. (Cuaderno de actualización técnica, 6).

CONTE, O.; LORINI, I.; ADEGAS, F. S.; SILVEIRA, J. M.; HENNING, A. A. Colheita, beneficiamento e armazenamento. In: OLIVEIRA, A. B. de; LEITE, R. M. V. B. de C.; SEIXAS, C. D. S.; KERN, H. S. (Ed.). **Soja**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2019a. p. 203-220. (Embrapa. Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

CONTE, O.; POSSAMAI, E. J.; CECERE FILHO, P. **Resultados do monitoramento integrado da colheita da soja na safra 2019/2020 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 28 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 168).

CONTE, O.; SILVEIRA, J. M.; POSSAMAI, E. J.; HARGER, N. **Resultados do monitoramento integrado da colheita da soja na safra 2018/2019 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2019b. 26 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 157).

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

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12 p. (Iowa Cooperative Extensive Service. Special Report, 80).

FRANÇA-NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P. de; COSTA, N. P. da; HENNING, A. A. **Tecnologia de produção de semente de soja de alta qualidade**: série sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 40).

GARCIA, A. M. **Cosechadoras de cereales**: cosecha de granos y semillas. Santiago: FAO, 1989. 31 p.

GAZZONI, D. L. Botánica. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **El cultivo de la soja en los trópicos**: mejoramiento y producción. Roma: FAO, 1995. p. 1-12. (Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, 27).

GAZZONI, D. L.; HIRAKURI, M. H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; ARIAS, C. A. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C. de; CONTE, O.; NOGUEIRA, M. A.; BUENO, A. de F.; SEIXAS, C. D. S.; SILVEIRA, J. M. Liderança e recordes de produtividade de soja com base em tecnologia e sistemas intensivos de uso da terra. In: TELHADO, S. F. P. e; CAPDEVILLE, G. de (Ed.). **Tecnologias poupa-terra 2021**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. cap. 7. p. 113-139.

MAURINA, A. C. Perdas na colheita mecanizada de soja - safra 2008/2009. In: Relatório de atividades EMATER/SEAB-PR e Embrapa Soja. Curitiba: Instituto EMATER-PR. 2009. 15 p.

MESQUITA, C. de M. **Capacidade de trabalho das máquinas agrícolas**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1981. 11 p. (EMBRAPA-CNPSo. Série Miscelânea, 4).

MESQUITA, C. de M. Métodos de cosecha. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y producción**. Roma: FAO, 1995. p.161-169. (Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, 27).

MESQUITA, C. de M.; COSTA, N. P. da; MANTOVANI, E. C.; ANDRADE, J. G. M. de; FRANCA NETO, J. B.; SILVA, J. G. da; FONSECA, J. R.; PORTUGAL, F. A. F.; GUIMARÃES SOBRINHO, J. B. **Manual do produtor: como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz**. 2.ed. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 32p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 112; EMBRAPA-CNPMS. Documentos, 11; EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 87).

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

MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. 1062 p.

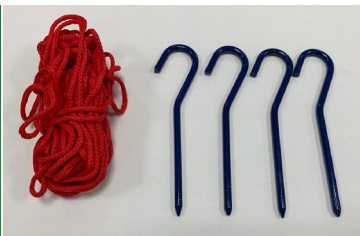
QUEIROZ, E. F. de; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; TERASAWA, F.; PALHANO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; BIANCHETTI, A.; YAMASHITA, J. **Recomendações técnicas para a colheita da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1978. 32 p.

SILVEIRA, J. M.; HARGER, N.; CONTE, O.; POSSAMAI, E. J. Diagnósticos preliminares das perdas de grãos na colheita de soja no estado do Paraná, na safra 2018/2019, usando o copo medidor da Embrapa. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 37., 2019, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2019. p. 22-24. (Embrapa Soja. Documentos, 413).

SILVEIRA, J. M.; MESQUITA, C. de M.; MORAES, A. S. 40 Anos (1982-2022) do Copo Medidor da Embrapa: Manejo inovador das perdas de grãos na colheita de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 9., 2022, Foz do Iguaçu. **Desafios para a produtividade sustentável no Mercosul:** resumos. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 45.

SILVEIRA, J. M.; OLIVEIRA, M. C. N. de; STEFANELO, S. C. B.; DALCHIAVON, F. C.; BIEZUS, E. C.; BIEZUS JUNIOR, I. L.; MACHADO, D. H.; HIOLANDA, R.; OLIVEIRA, V. H. S.; VIEIRA, D. B.; JASKULSKI, E.; KIMECZ, A. M. Diagnóstico preliminar de perdas de grãos na colheita de soja em Campo Novo do Parecis (MT) na safra 2015/2016. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 35., 2016, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 36-38. (Embrapa Soja. Documentos, 372).

Kit Perdas



Kit Caixa



Embrapa

Soja

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL