



COMUNICADO
TÉCNICO

112

Londrina, PR
Abril, 2024

Embrapa

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

José Miguel Silveira
André Steffens Moraes
Cézar de Mello Mesquita
Hevandro Colhense Delalibera
Edivan José Possamai

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

Comunicado Técnico 112

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

*José Miguel Silveira
André Steffens Moraes
César de Mello Mesquita
Hevandro Colonhese Delalibera
Edivan José Possamai*

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: *Adeney de Freitas Bueno*

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

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Fernando Augusto Henning, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

Normalização: *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)*

1ª edição

PDF Digitalizado (2024).

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.

André Steffens Moraes

Oceanógrafo, doutor em Economia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

César de Mello Mesquita

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Mecanização agrícola, pesquisador aposentado da Embrapa Soja

Hevandro Colanhese Delalibera

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná-IAPAR-EMATER, Londrina, PR

Edivan José Possamai

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná-IAPAR-EMATER, Pato Branco, 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)
Osmar Conte
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; Conte et al., 2019a, 2019b, 2020; Silveira et al., 2019; Delalibera et al., 2024). 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.

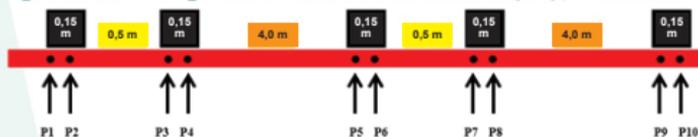
Confecção da armação de $2,0 \text{ m}^2$:

1. Cortar 10 metros de barbante (ou corda ou fita)



2. Sobre uma bancada, dispor de uma régua de 1,0 metro

3. A partir de um ponto inicial no barbante (P1), marcar:



- P1 = ponto inicial
- P2 = 0,15 m de P1
- P3 = 0,50 m de P2
- P4 = 0,15 m de P3
- P5 = 4,00 m de P4
- P6 = 0,15 m de P5
- P7 = 0,50 m de P6
- P8 = 0,15 m de P7
- P9 = 4,00 m de P8
- P10 = 0,15 m de P9

(Total = 9,90 m)

4. Atar P1 com P10

5. Atar P2 com P9



Nó fixo de ligação 1

6. Atar P3 com P4



Nó fixo de ligação 2

7. Atar P5 com P6



Nó fixo de ligação 3

8. Atar P7 com P8



Nó fixo de ligação 4

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.

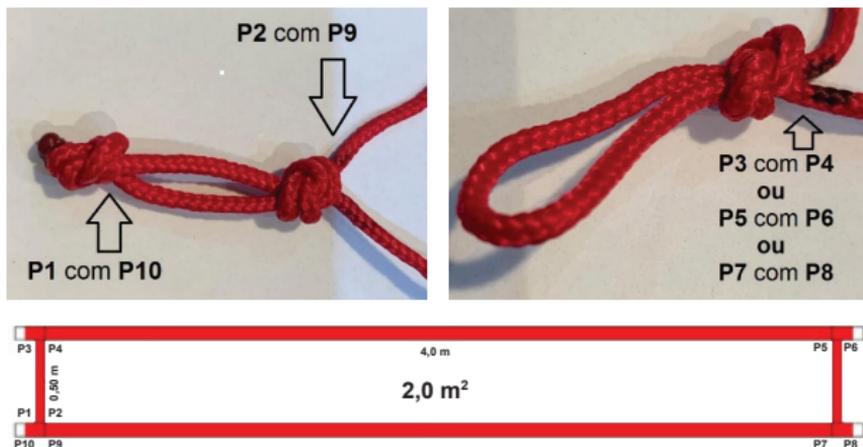


Figura 3. Detalhes das ataduras dos 10 pontos de marcação na corda (P1 a P10) que originarão os quatro nós fixos de ligação.

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).

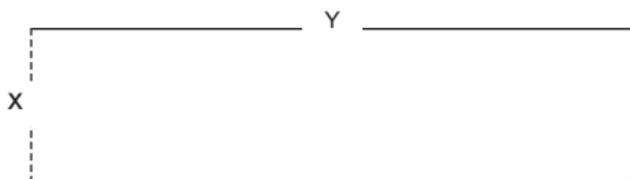


Figura 4. Detalhe da armação de $2,0 \text{ m}^2$ onde pela fórmula $X = 2/Y$ é calculado o valor do comprimento (X) em função da largura (Y) da plataforma de corte/alimentação da colhedora, pelo método do Copo Medidor da Embrapa.

Fonte: Adaptado de Mesquita et al. (1998)

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.

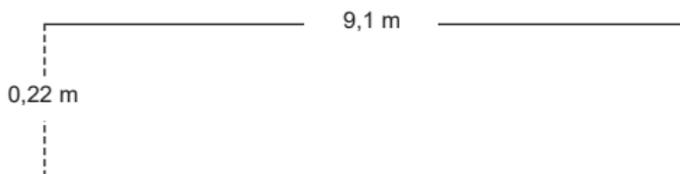


Figura 5. Medidas de uma armação com $2,0 \text{ m}^2$ de área, calculadas em função de uma plataforma de corte/alimentação de $9,1 \text{ m}$ de largura.

Fonte: Adaptado de Mesquita et al. (1998)

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).

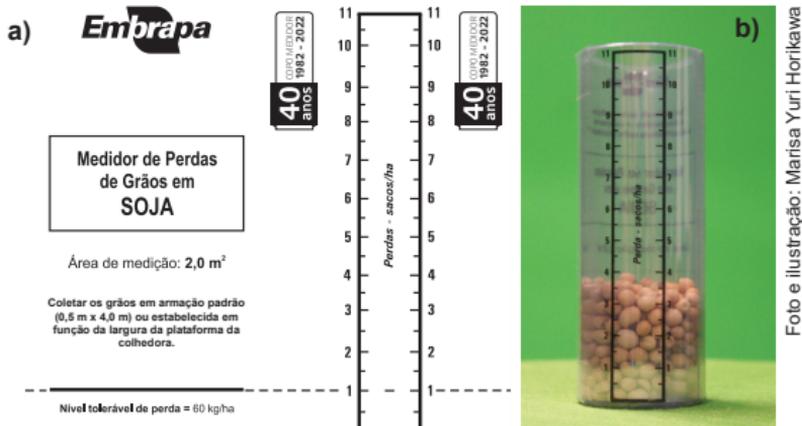


Foto e ilustração: Marisa Yuri Horikawa

Figura 6. a) Detalhe ilustrativo do design da parte frontal do Copo Medidor da Embrapa, com espaço para adesivagem da marca 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.

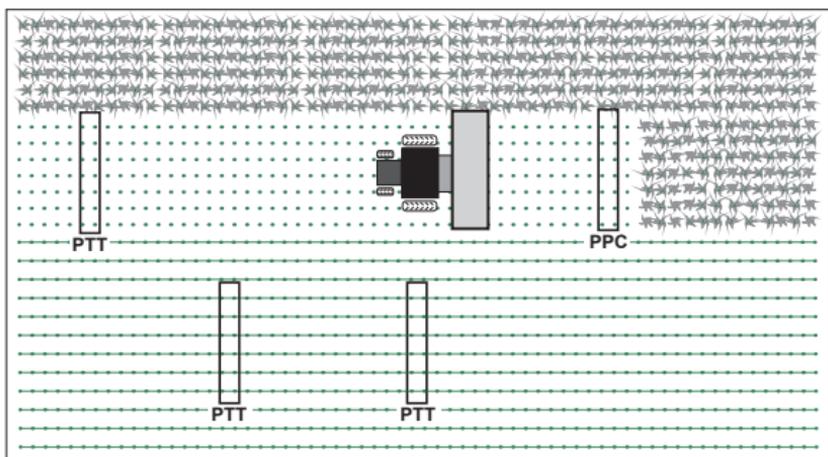


Figura 7. Pontos de coleta de grãos, em determinados locais da lavoura, cujas amostras determinam as perdas totais (PTT) e na plataforma de corte/alimentação (PPC) da colhedora, durante a colheita de soja.

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).

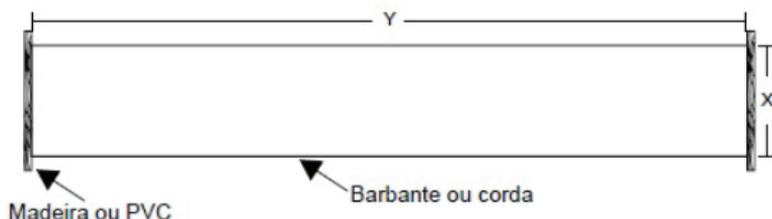


Figura 8. Detalhe ilustrativo da adaptação de suportes nos lados de comprimento menor da armação de $2,0 \text{ m}^2$ que acompanha o “Kit Perdas”.

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).

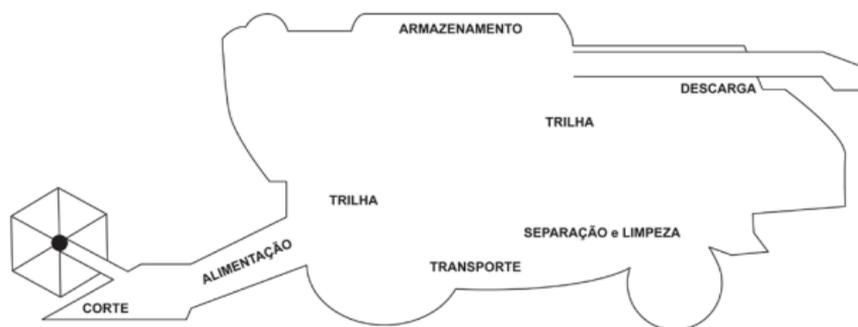


Figura 9. Sistemas operacionais de uma colhedora automotriz convencional.

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

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.

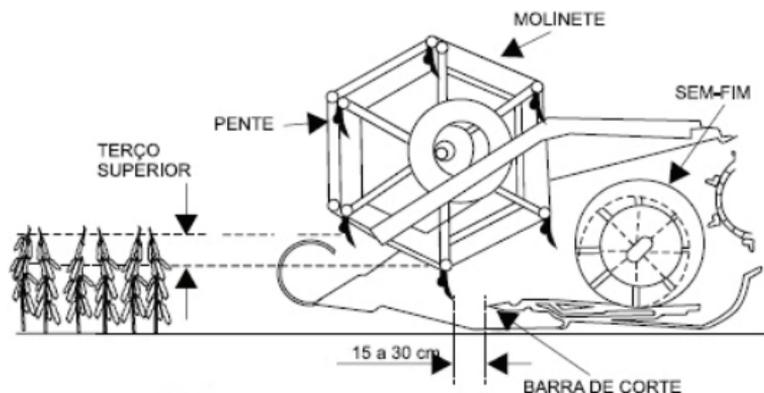


Figura 10. Detalhamento da posição do molinete em relação à barra de corte e à altura das plantas de soja.

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.

A realização de treinamento dos operadores é fator relevante para promover a redução das perdas e a eliminação dos desperdícios de grãos durante a colheita da soja (Delalibera et al., 2024). Nas 386 áreas avaliadas na safra 2022/2023 pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER (IDR-PR), dentro do Programa de Monitoramento Integrado da Colheita, constatou-se um efeito na prevenção das perdas em relação à capacitação do operador da colhedora. A comparação entre os operadores com algum treinamento com aqueles que não receberam nenhum tipo de treinamento demonstrou que houve diferença significativa entre ambos com relação às perdas de grãos durante a colheita, apresentando perdas médias de 1,06 sacos/ha e 1,53% para a colheita com operador treinado e 1,40 sacos/ha e 2,08% da produtividade da área para colheita com operador sem treinamento, representando redução média de 0,34 saco/ha ou 0,55% da produtividade para o caso da colheita com operador treinado.

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 Baixar o molinete
Plantas se enrolam no molinete, quando emaranhadas de invasoras	O molinete está muito alto A rotação do molinete é excessiva	Reduzir a rotação do molinete
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	Trocar as peças danificadas, alinhar os dedos e as navalhas Desempenar a barra de corte e alinhar os dedos 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 Patinção da correia plana	Eliminar as folgas entre as peças e alinhar Ajustar a tensão da correia plana
Sobrecarga do cilindro de triilha	Rotação baixa do cilindro Alimentação excessiva do cilindro Pouca folga entre o cilindro e o côncavo	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	Rotação do cilindro muito baixa	Aumentar a rotação do cilindro
	Muita folga entre o cilindro e o côncavo	Aproximar o côncavo do cilindro
	As plantas estão muito verdes ou úmidas	Aguardar que as plantas sequem
	As plantas estão muito úmidas	Aguardar que as plantas sequem
Grãos quebrados em excesso	A rotação excessiva do cilindro	Diminuir a rotação do cilindro
	Pouca folga entre o cilindro e o côncavo	Baixar o côncavo
	O côncavo está obstruído	Limpar o côncavo
Muito resíduos no tanque graneleiro	O fluxo de ar proveniente do ventilador é insuficiente	Ajustar a rotação do ventilador ou direção do fluxo de ar
	As peneiras estão muito abertas	Fechar um pouco as peneiras
	A extensão da peneira superior está muito alta	Baixar um pouco a extensão da peneira superior
	Muita palha curta sobrecarrega as peneiras	Ajustar a folga do côncavo e a rotação do cilindro
Perda de grãos pelas peneiras*	O fluxo de ar do ventilador é insuficiente	Ajustar a rotação do ventilador ou direção do fluxo de ar
	A peneira superior está muito fechada	Abri-la mais a peneira superior ou limpá-la
	O bandejão está sujo	Limpar o bandejão
	Sobrecarga nas peneiras*	Reduzir a velocidade de trabalho

* 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).

Análise econômica do uso da tecnologia do Copo Medidor da Embrapa

O uso de uma metodologia para avaliar as perdas de grãos na colheita de soja, como a do Copo Medidor da Embrapa - CME, permite tomar decisões para reduzi-las sempre que forem superiores aos níveis desejáveis estabelecidos pela pesquisa, de até 1,0 saca de 60 kg por hectare, padrão adotado no Brasil e no exterior (Silveira et al., 2022). As perdas que ultrapassam este limite são consideradas desperdícios e devem ser evitadas, sendo a sua mensuração monetária representada como um indicador de desempenho da empresa agrícola, e o propósito desta mensuração é a sua redução para os limites considerados aceitáveis. Portanto, essas perdas, na forma de receitas não realizadas, quando tratadas, proporcionam um aumento na produtividade e tem impacto positivo no lucro da empresa rural. E o custo das ferramentas que compõem o Kit Perdas-CME, manual técnico, armação de 2,0 m² e pinos de fixação, para a realização da determinação das perdas e/ou dos desperdícios é irrisório, quando em comparação com os benefícios que podem ser obtidos. A Tabela 3 mostra os valores anuais potenciais de perdas pelo uso ou não de uma tecnologia de aferição, considerando uma perda de 1,0 saca de 60 kg por hectare, para o Estado do Paraná e para o Brasil, no período de 1990 a 2020 (corrigidos

para dez/2020 pelo IGP-DI). Na safra 2019/2020, os produtores do Estado do Paraná podem ter deixado no campo, em perdas de grãos, um montante de quase 580 milhões de reais; em nível de Brasil este valor pode ter sido de aproximadamente 3,9 bilhões de reais.

Tabela 3. Valores (em mil R\$) perdidos ou economizados na produção de soja no Estado do Paraná e no Brasil, considerando o uso ou não de uma metodologia para a determinação das perdas de grãos na colheita, no período de 1990 a 2020. Embrapa Soja, 2022.

Ano Agrícola (Safra)	Área plantada		Valor perdido a preços de 2020	
	Paraná (em 1000 hectares)	Brasil	Paraná (em 1000 R\$)	Brasil
1989/90	2.286,0	11.551,4	165.593,97	836.763,86
1990/91	1.966,0	9.742,5	209.831,30	1.039.817,62
1991/92	1.797,5	9.582,2	209.801,38	1.118.419,35
1992/93	2.000,0	10.717,0	215.127,16	1.152.758,89
1993/94	2.110,0	11.501,7	179.416,54	978.007,19
1994/95	2.120,6	11.678,7	147.748,91	813.691,97
1995/96	2.311,5	10.663,2	203.265,98	937.687,99
1996/97	2.496,4	11.381,3	233.849,54	1.066.139,97
1997/98	2.820,0	13.157,9	206.431,82	963.194,75
1998/99	2.769,2	12.995,2	217.532,34	1.020.827,75
1999/00	2.835,6	13.507,8	214.862,58	1.023.529,67
2000/01	2.818,0	13.969,8	237.195,97	1.175.862,42
2001/02	3.283,0	16.329,0	347.352,04	1.727.661,10
2002/03	3.637,6	18.474,8	391.086,59	1.986.267,48
2003/04	3.935,9	21.375,8	397.066,59	2.156.461,28
2004/05	4.148,4	23.301,1	283.320,79	1.591.381,27
2005/06	3.982,5	22.749,4	245.541,28	1.402.615,63
2006/07	3.978,5	20.686,8	287.006,72	1.492.333,96
2007/08	3.977,3	21.313,1	348.401,40	1.866.973,52
2008/09	4.069,2	21.743,1	360.058,27	1.923.912,06
2009/10	4.485,1	23.467,9	312.732,29	1.636.344,80
2010/11	4.590,5	24.181,0	345.198,31	1.818.372,78
2011/12	4.460,6	25.042,2	446.872,50	2.508.781,47
2012/13	4.752,8	27.736,1	445.853,02	2.601.881,80
2013/14	5.010,4	30.173,1	446.168,93	2.686.871,24
2014/15	5.224,8	32.092,9	453.465,31	2.785.372,99
2015/16	5.451,3	33.251,9	485.871,07	2.963.721,74
2016/17	5.249,6	33.909,4	401.872,03	2.595.862,43
2017/18	5.464,8	35.149,2	473.844,16	3.047.731,52
2018/19	5.437,5	35.874,0	434.985,18	2.869.822,23
2019/20	5.502,7	36.949,7	579.852,01	3.893.608,20
Total (R\$)			9.97.205,96	55.682.678,95

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.

DELALIBERA, H. C.; POSSAMAI, E. J.; SILVEIRA, J. M. **Monitoramento de perdas na colheita de soja no Paraná safra 2022/2023**. Londrina: IDR-PR, 2024. 20 p. (IDR-PR. Informe Técnico, 2). livro eletrônico.

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. Botânica. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **El cultivo de la soja en los tropicos**: mejoramiento y produccion. Roma: FAO, 1995. 254 p. (FAO. Produccion y Proteccion 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. **El cultivo de la soja en los tropicos**: mejoramiento y produccion. Roma: FAO, 1995. 254 p. (FAO. Produccion y Proteccion 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. 32 p. (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. 8 p. (EMBRAPA-CNPSo. Comunicado Técnico, 15).

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

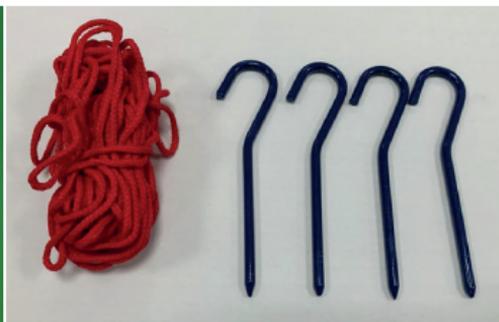
QUEIROZ, E. F. de; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; TERASAWA, F.; PALHANO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; BIANCHETTI, A.; YAMASHITA, J. **Recomendações técnicas para a colheita da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1978. 32 p.

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

PDF digitalizado - Abril 2024

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO