



**ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIOSSITEMAS**

LER 432 - MÁQUINAS AGRÍCOLAS

MÁQUINAS PARA COLHEITA DE CEREAIS II

**Prof. Walter F. Molina Jr
DEB – ESALQ – USP
2019**

1 INTRODUÇÃO

Objetivos

- ✓ **Caracterizar a operação de colheita por colhedoras combinadas;**
 - ✓ **Descrever e estudar os sistemas e órgãos componentes e suas regulagens;**
 - ✓ **Estudo de perdas de colheita.**
- 

1 INTRODUÇÃO

O arquivo com cópias dos slides referentes à esta aula estão disponíveis no seguinte endereço eletrônico:

<http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/leb432/>

Bibliografia:

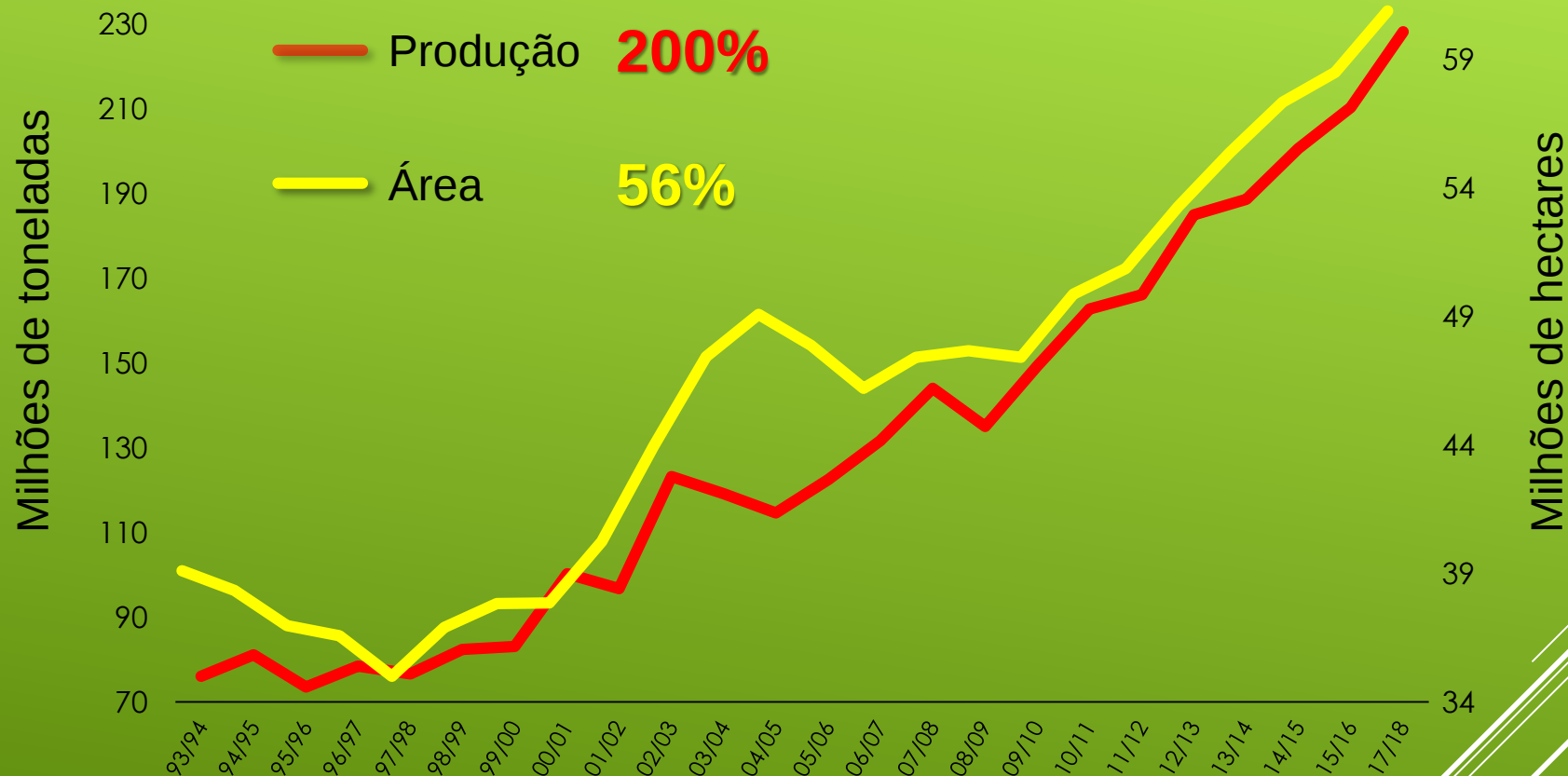
BALASTREIRE, L.A. Máquinas Agrícolas, São Paulo, Editora Manole, 1987, 307p.

GADANHA JR, C.D.; MOLIN, J.P.; COELHO, J.L.D.; YAHN, C.H.; TOMIMORI, S.M.A.W. Máquinas e Implementos Agrícolas do Brasil. IPT, São Paulo, 1999. 468p.

MIALHE, L.G. Máquinas para colheita de cereais. Apostila CALQ, Piracicaba, 1984.

Silva, R.P. *Material elaborado para as disciplinas “Máquinas Agrícolas” (Agronomia) e “Máquinas e Mecanização Agrícola” (Zootecnia) da FCAV/UNESP.*
<http://lamma.com.br/private/docs/e6766a63f2a8588b963b20cc83e2f380.pdf>

1 INTRODUÇÃO - Recapitulando



Produtividade +93%

1 INTRODUÇÃO - Recapitulando

Cereais ou Grãos (área proporcional)

Soja 58%

Milho 28%

Feijão 5%

Trigo 3%

Arroz 3%

Sorgo 1%



1 INTRODUÇÃO - Recapitulação

Colheita de cereais ou grãos



Condição inicial

PROCESSO

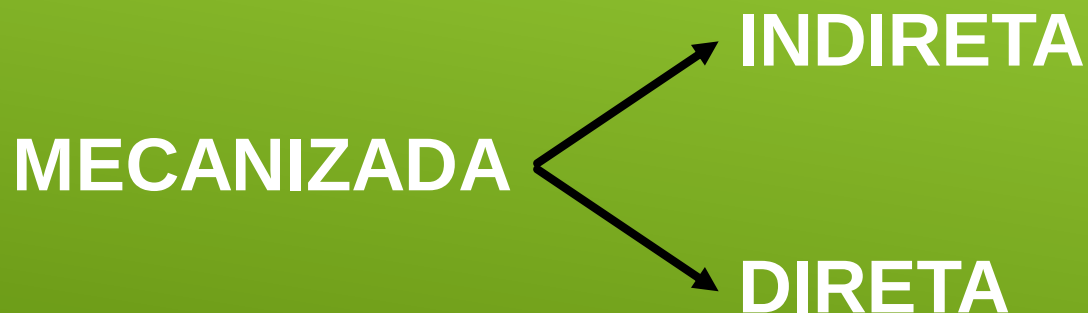


Condição final

2 OPERAÇÃO DE COLHEITA - Recapitulação

MANUAL

SEMI-MECANIZADA



2 OPERAÇÃO DE COLHEITA

MECANIZADA

Características principais:

- ✓ Alta capacidade operacional;
- ✓ Reduzido emprego de mão-de-obra;
- ✓ Não seletividade;
- ✓ Maior possibilidade de danos aos grãos e presença de impurezas na massa colhida;
- ✓ Pode ser direta ou indireta*.

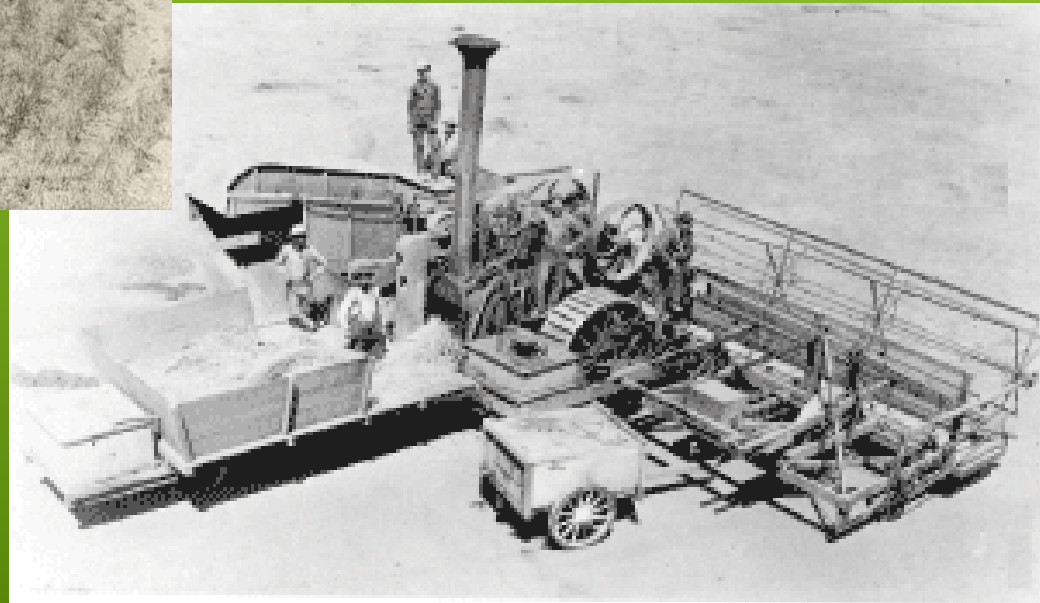
3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

CARACTERÍSTICAS

- ✓ Cortam as plantas
- ✓ Recolhem as plantas
- ✓ Separam os grão da parte aérea
- ✓ Limpam a massa de grãos colhida
- ✓ Armazenam os grãos temporariamente

3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

O PRINCÍPIO



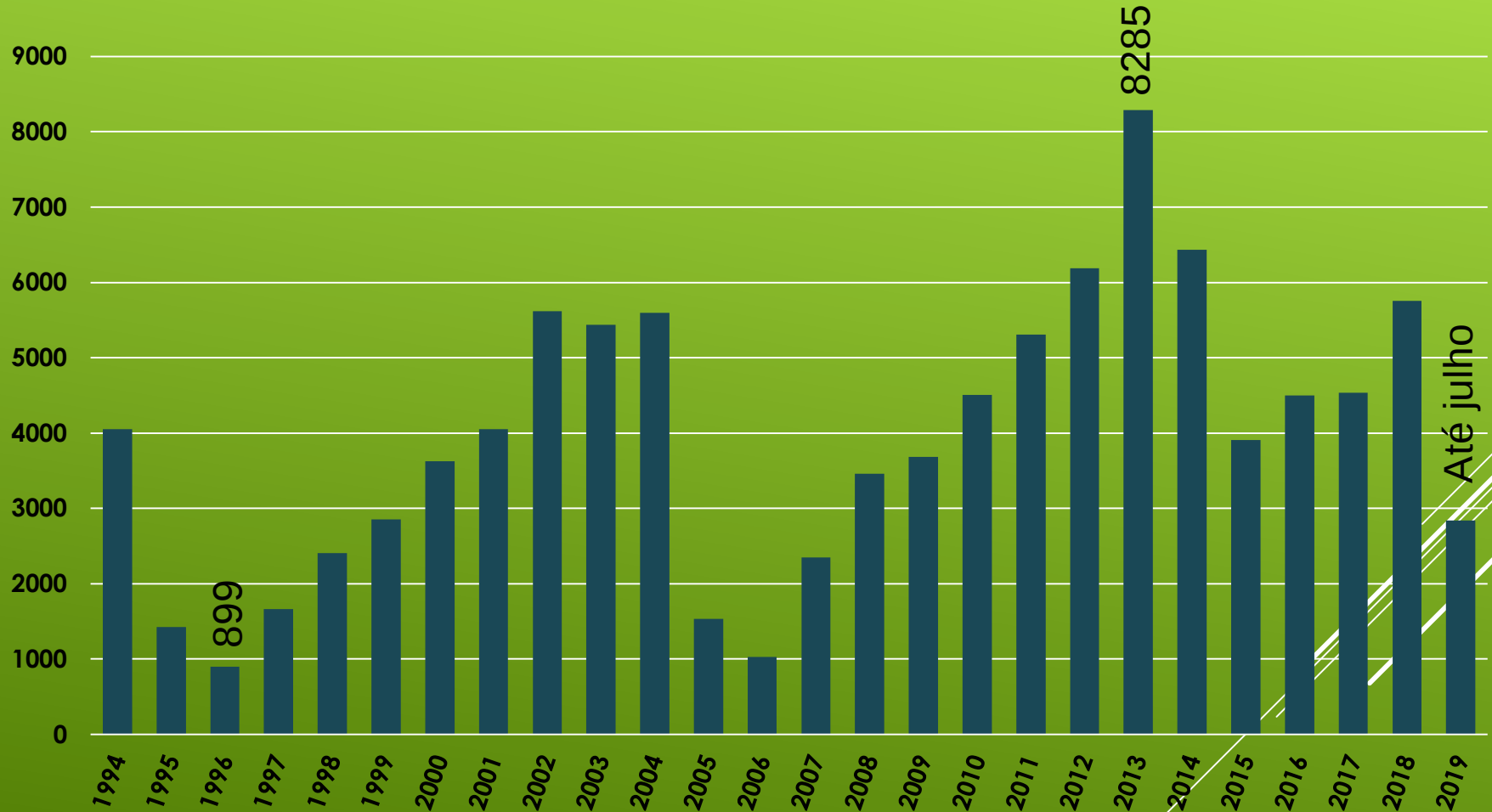
3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

ATUALIDADE



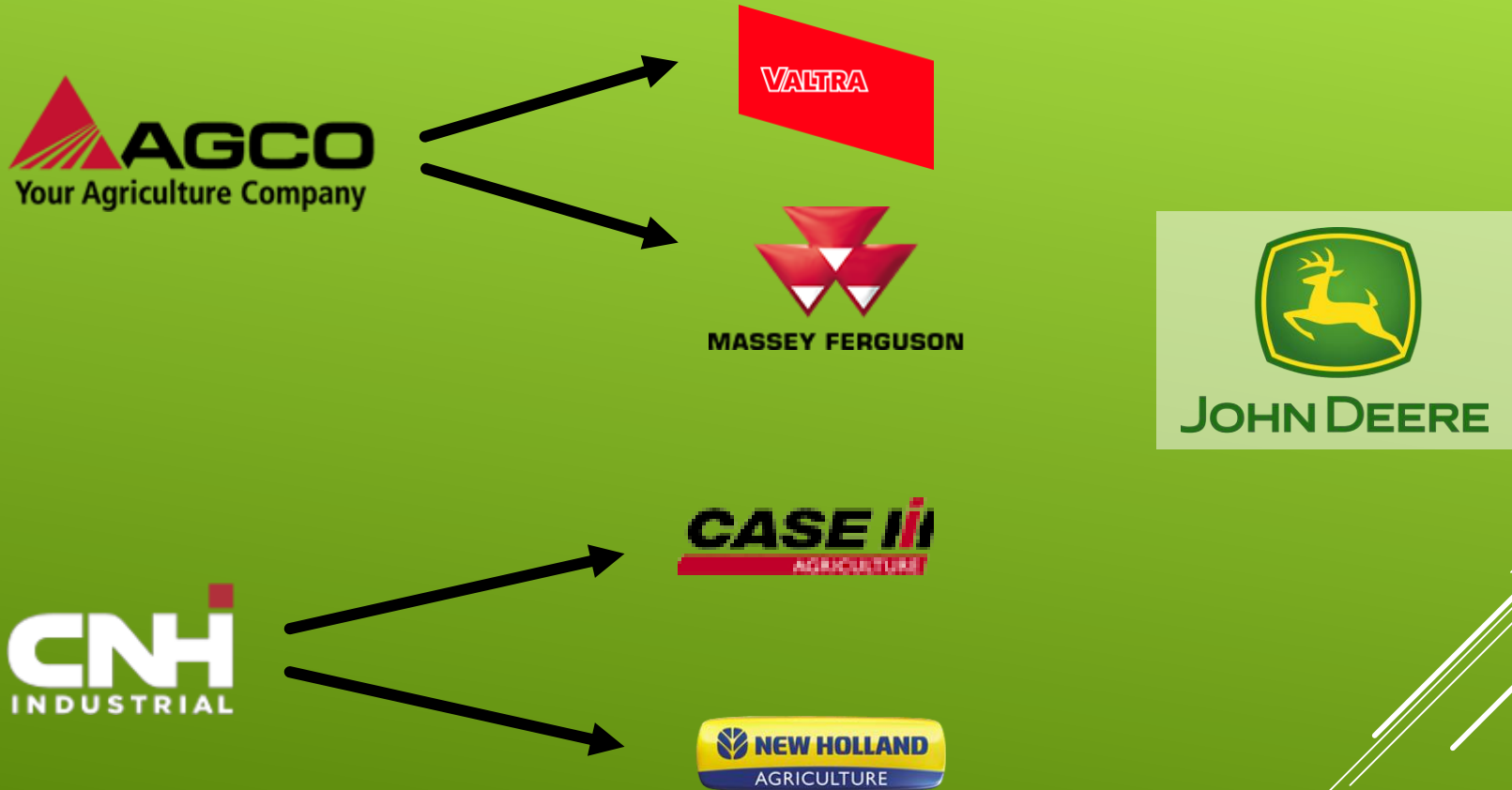
3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

Mercado Brasileiro de Colhedoras



3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

Mercado - Fabricantes



3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

Classificação

De acordo com o potência do motor

Classe 5: até *200 kw (268 hp)*

Classe 6: *200 - 239 kw (268 - 321 hp)*

Classe 7: *240 - 279 kw (322 - 374 hp)*

Classe 8: *280 - 320 kw (375 - 429 hp)*

Classe 9: *320 - 360 kw (429 - 483hp)*

Classe 10: *acima de 360 kw (483hp)*

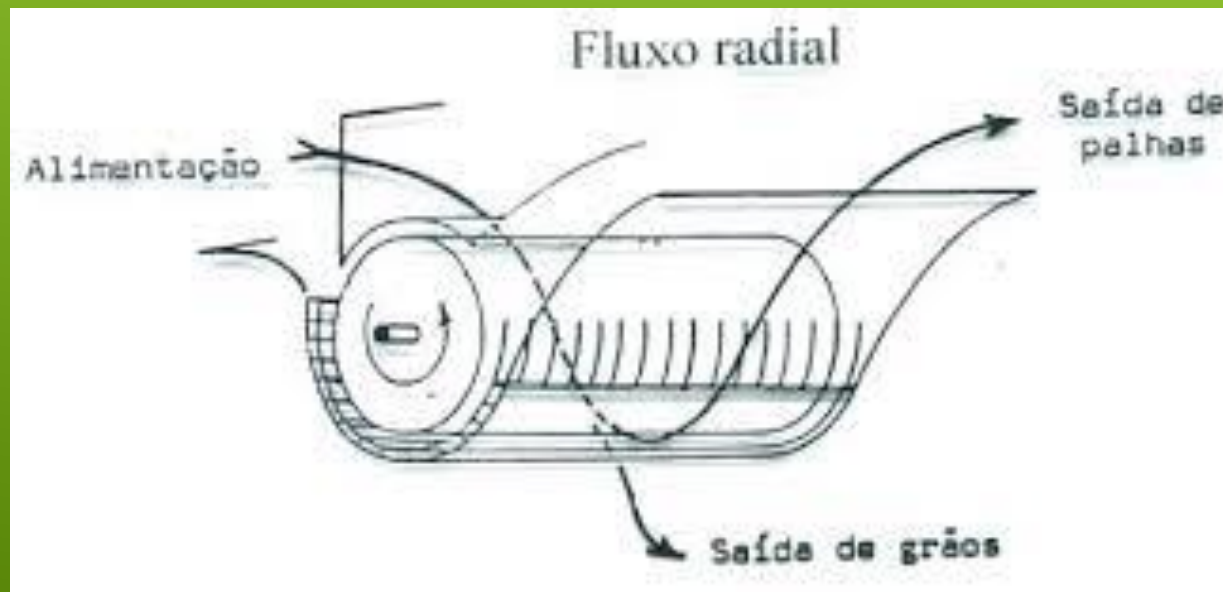
AEM (Association of Equipment Manufacturers)

3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

Classificação

De acordo com o mecanismo de trilha

✓ De fluxo radial

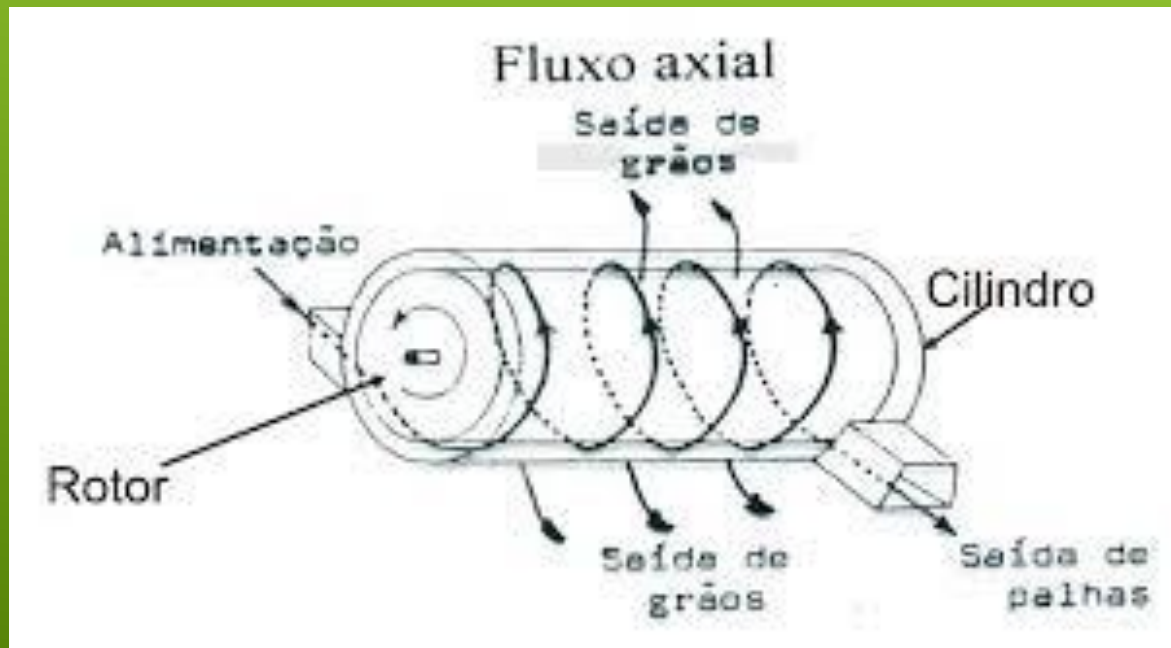


3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

Classificação

De acordo com o mecanismo de trilha

✓ De fluxo axial



3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

COMPOSIÇÃO BÁSICA - SISTEMAS

- ✓ Corte e alimentação
- ✓ Trilha
 - ✓ Separação e limpeza
 - ✓ Transporte e armazenamento



3 COLHEDORAS COMBINADAS - GRÃOS

SISTEMAS

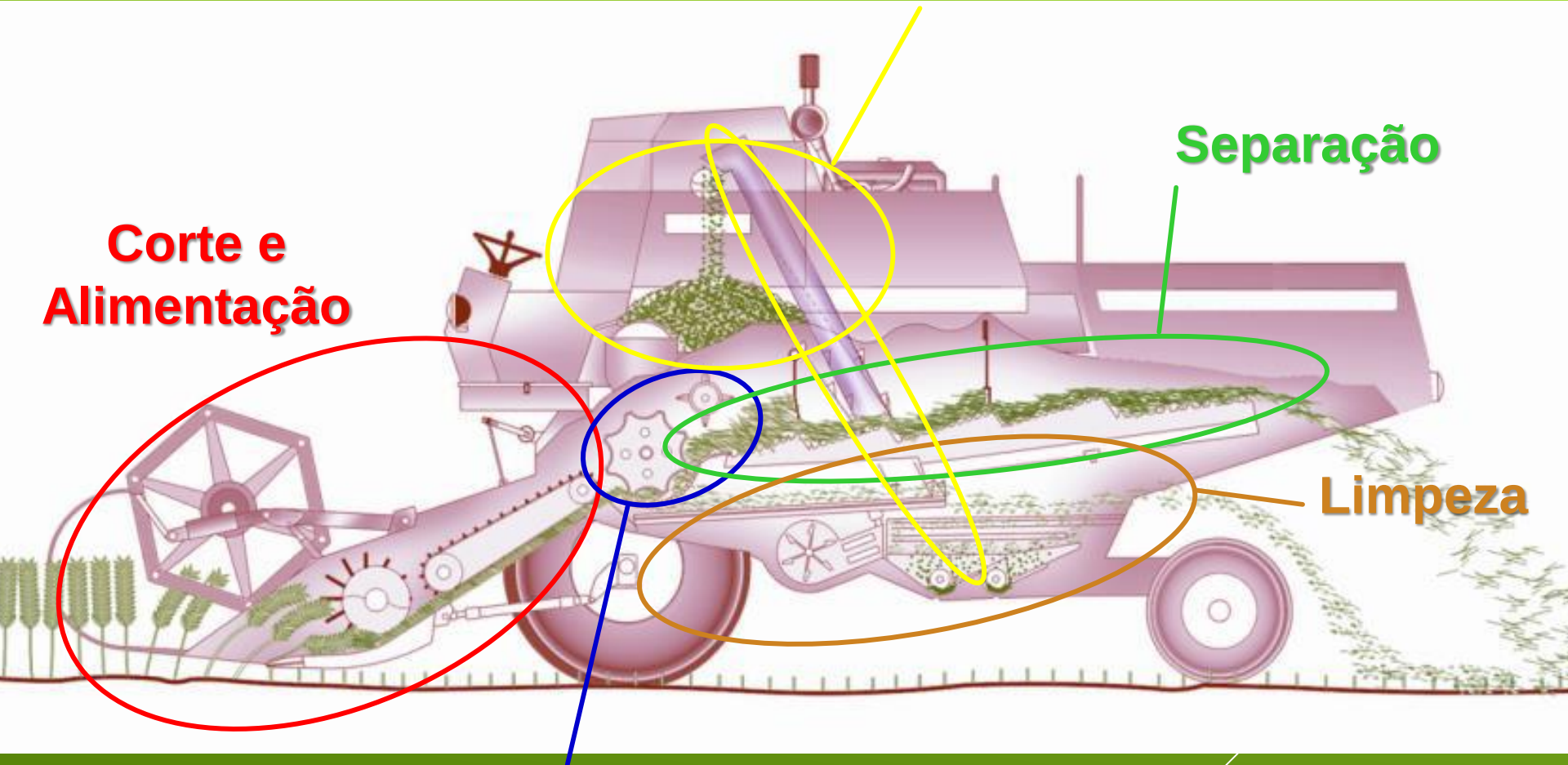
Transporte e
Armazenamento

Separação

Corte e
Alimentação

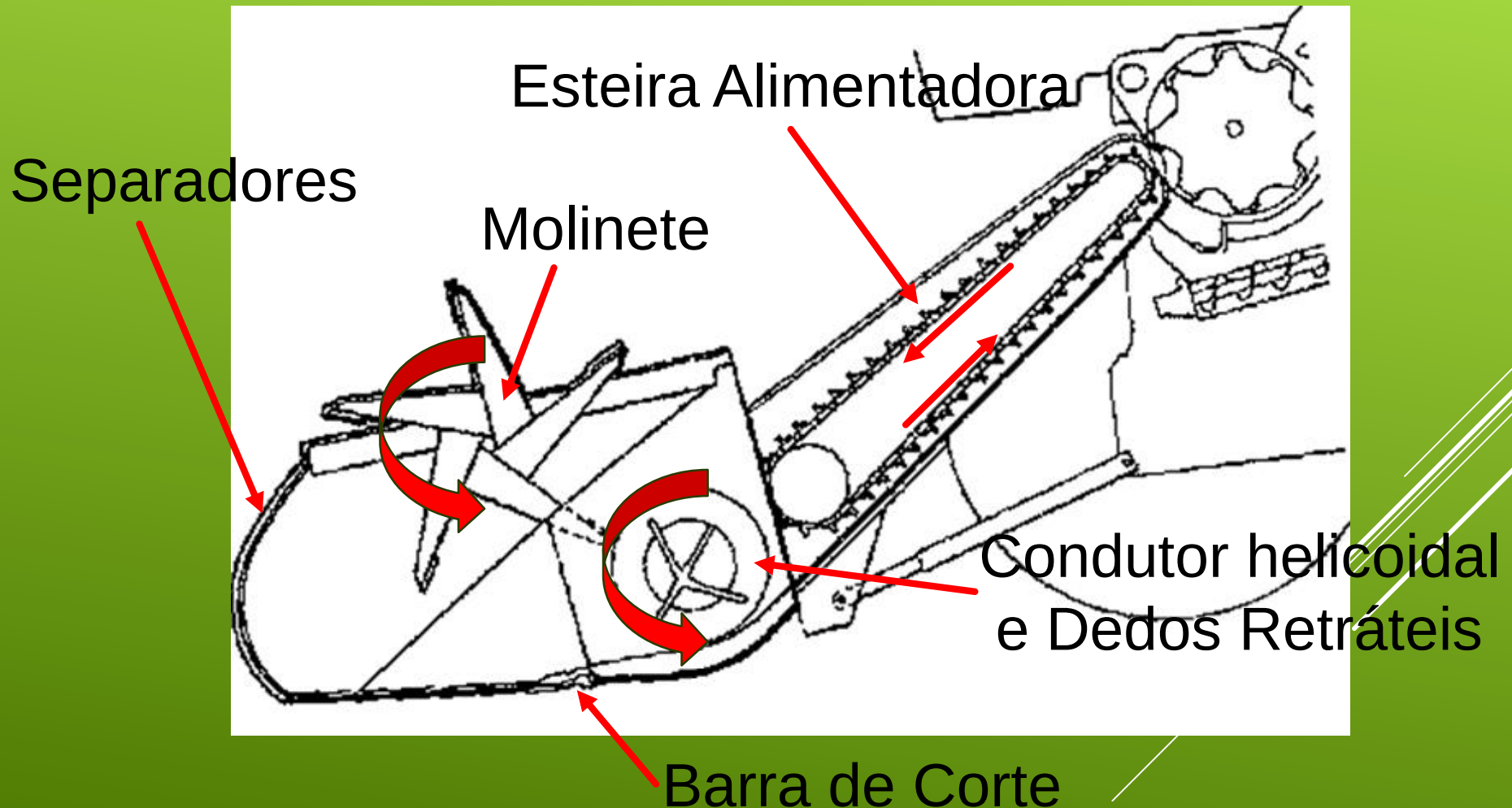
Limpeza

Trilha

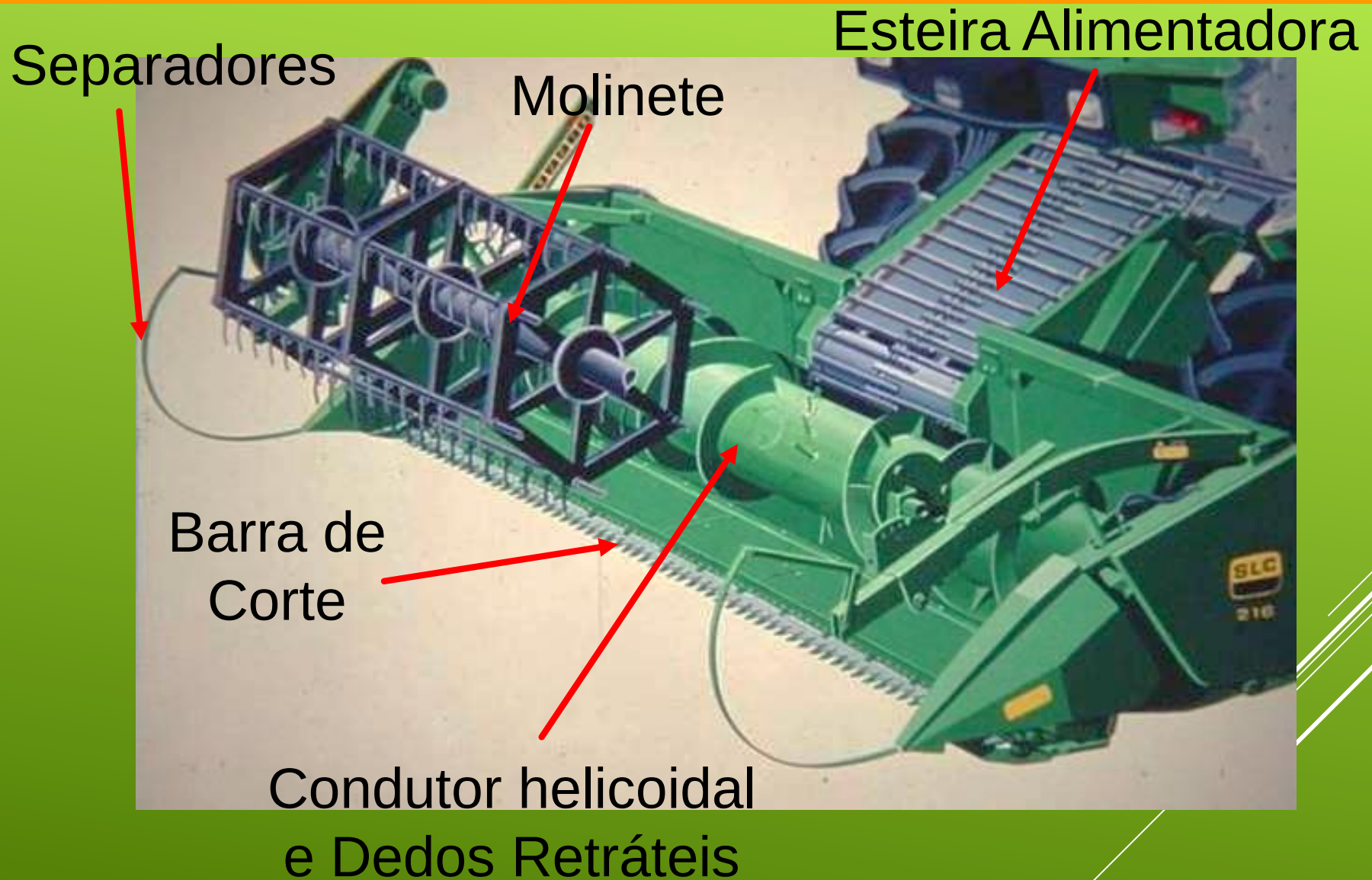


4 COMBINADAS - SISTEMAS

Corte e Alimentação – Plataforma de corte



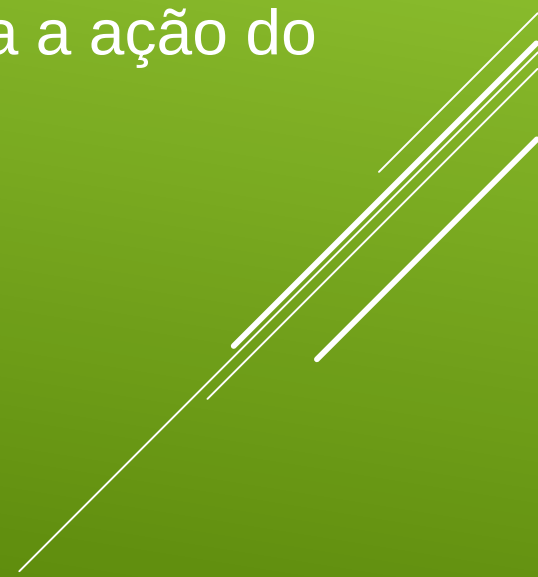
4 COMBINADAS - SISTEMAS



4 COMBINADAS - SISTEMAS

MOLINETE - Funções

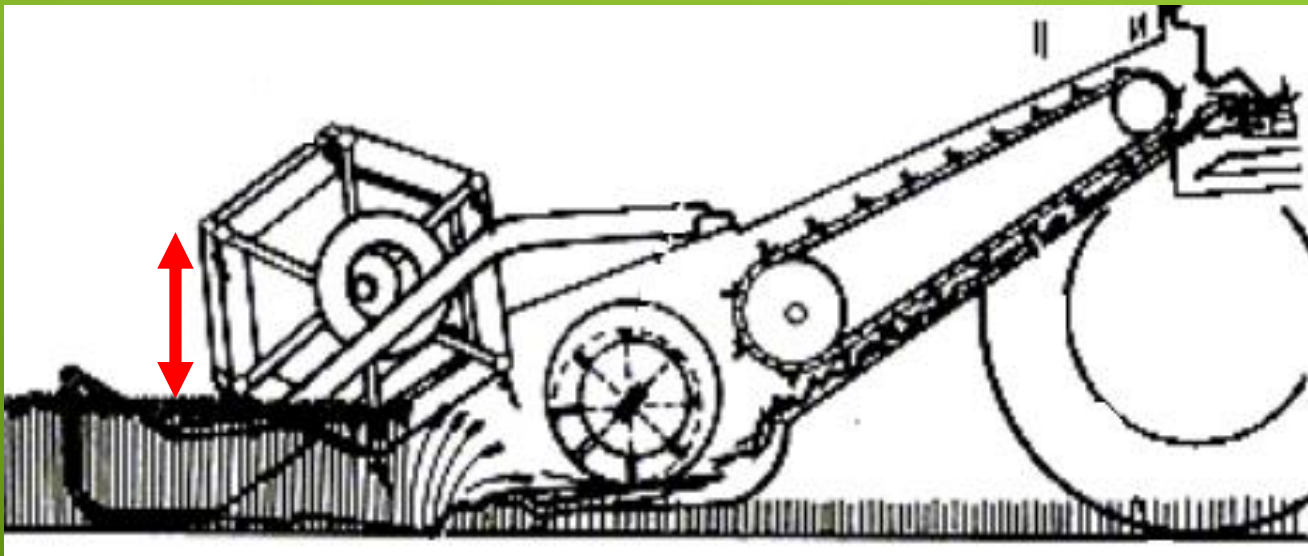
- ✓ Separar a quantidade a ser cortada;
- ✓ Levantar plantas acamadas;
- ✓ Apoiar as plantas que serão cortadas;
- ✓ Conduzir as plantas cortadas para a ação do caracol.



4 COMBINADAS - SISTEMAS

MOLINETE - Regulagens

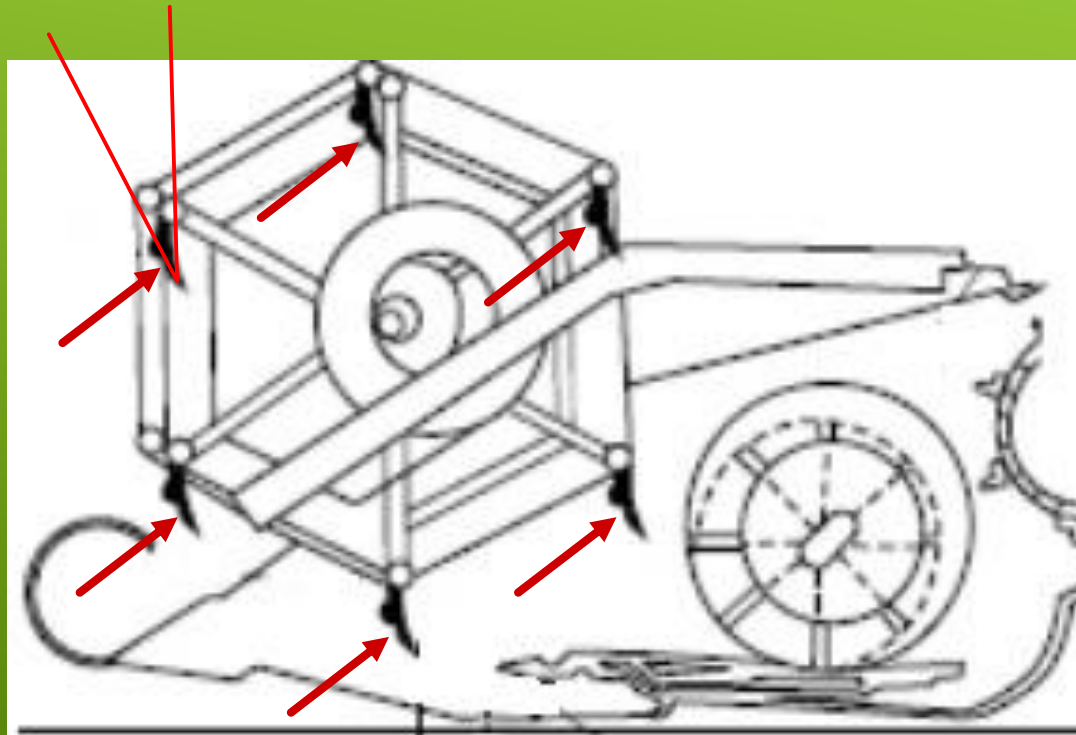
- ✓ Altura



4 COMBINADAS - SISTEMAS

MOLINETE - Regulagens

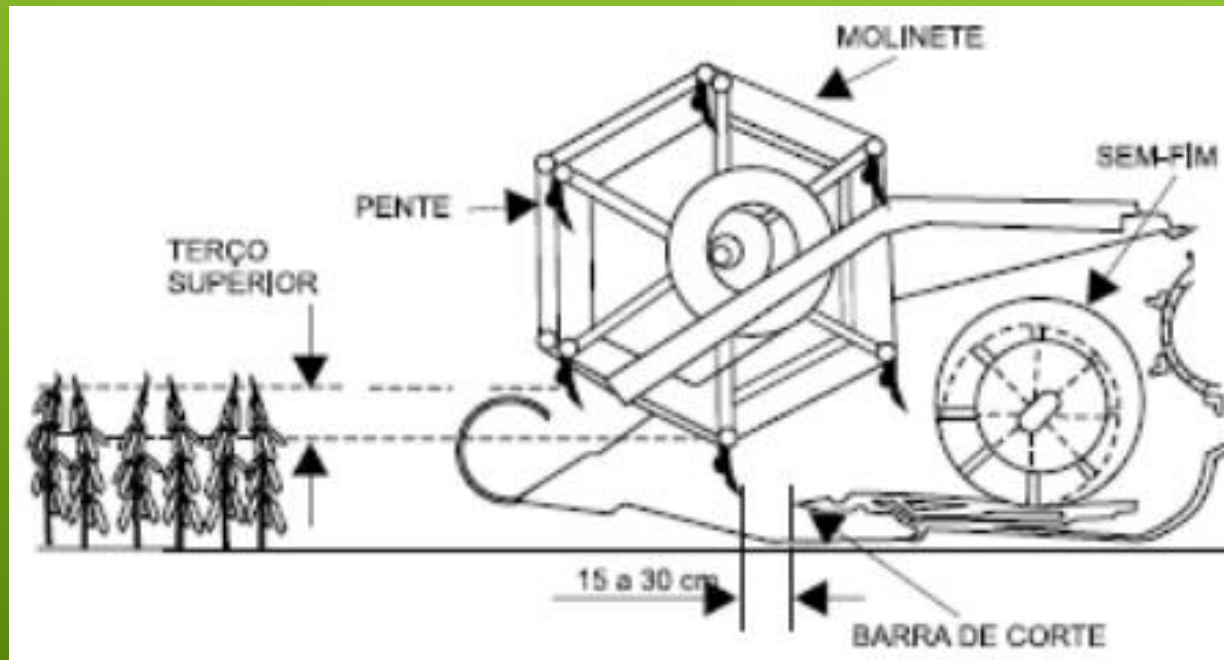
- ✓ Inclinação dos dedos dos pentes



4 COMBINADAS - SISTEMAS

MOLINETE - Regulagens

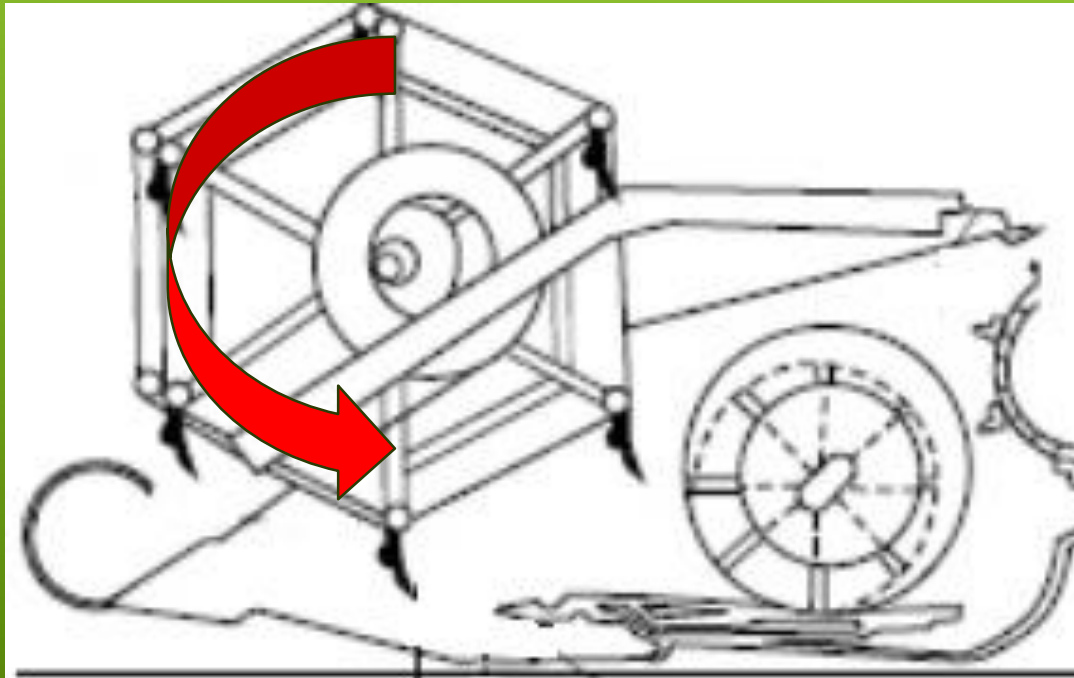
- ✓ Afastamento



4 COMBINADAS - SISTEMAS

MOLINETE - Regulagens

- ✓ Velocidade periférica



4 COMBINADAS - SISTEMAS

MOLINETE - Regulagens

- ✓ Velocidade periférica

$$I_{vm} = \frac{R_m 0,10467 r_m}{V}$$

I_{vm} – Índice de velocidade do molinete

R_m – rotação do molinete (rpm)

r_m – raio do molinete (m)

V – velocidade de deslocamento da colhedora (ms^{-1})

4 COMBINADAS - SISTEMAS

Limites do Índice de Velocidade do Molinete

Condição da cultura	Posição do Molinete	Inclinação dos dentes	I_{vm}
Porte normal	Eixo do molinete 15 a 20cm à frente da barra de corte	Verticais	1,25 a 1,50
Porte pequeno	Eixo do molinete próximo à barra de corte	Verticais	1,25 a 1,50
Acamada	Eixo do molinete 20 a 30cm à frente da barra de corte	Inclinados para trás	<1,25

Silva (2015)

ATENÇÃO

$I_{vm} < 1,25$ - risco de tombamento da cultura à frente da barra de corte;

$I_{vm} > 1,50$ – risco de perdas por debulhamento e arremesso.

4 COMBINADAS - SISTEMAS

Barra de corte



Contra-facas ou
Dedos da barra

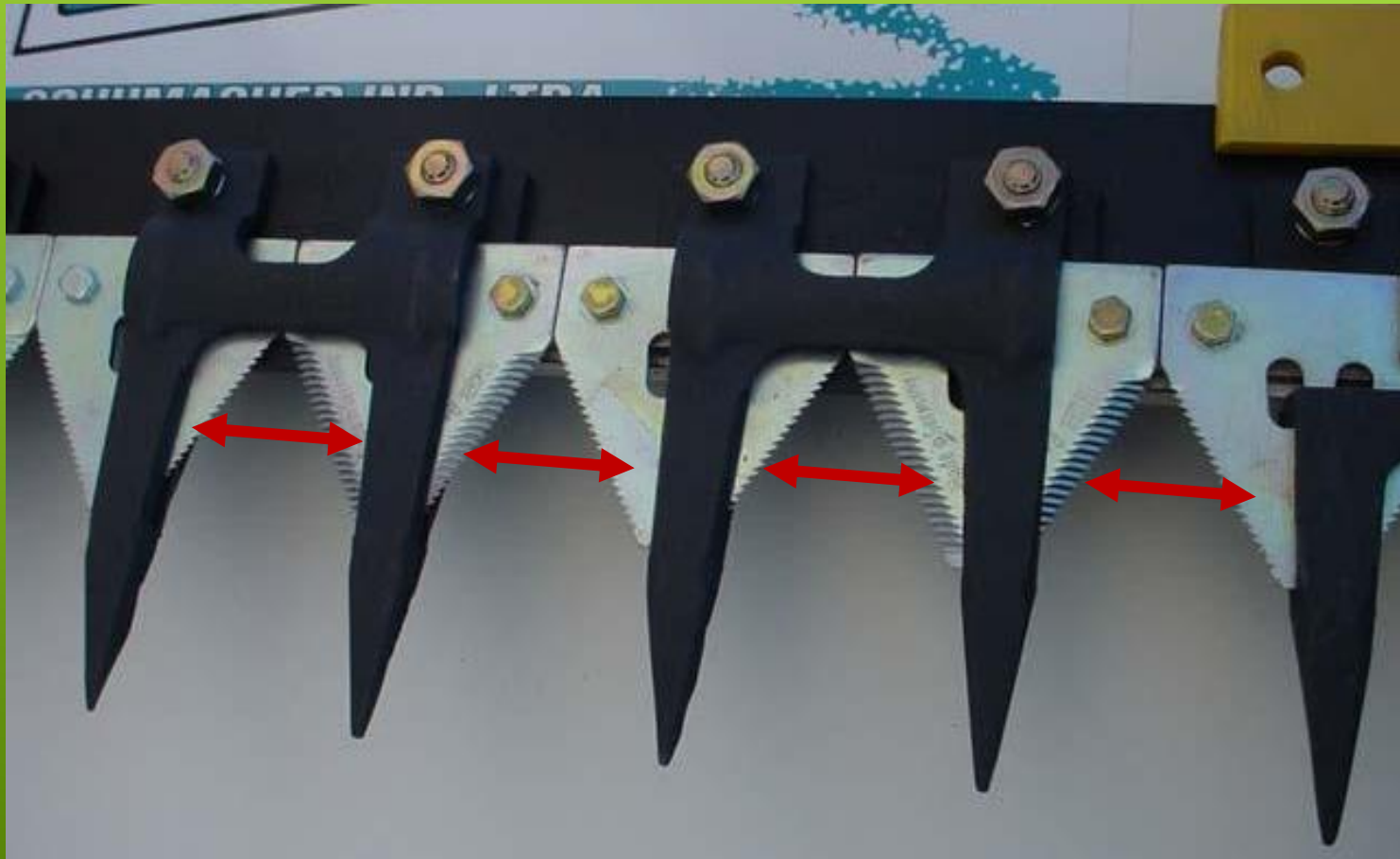


Facas



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Barra de corte

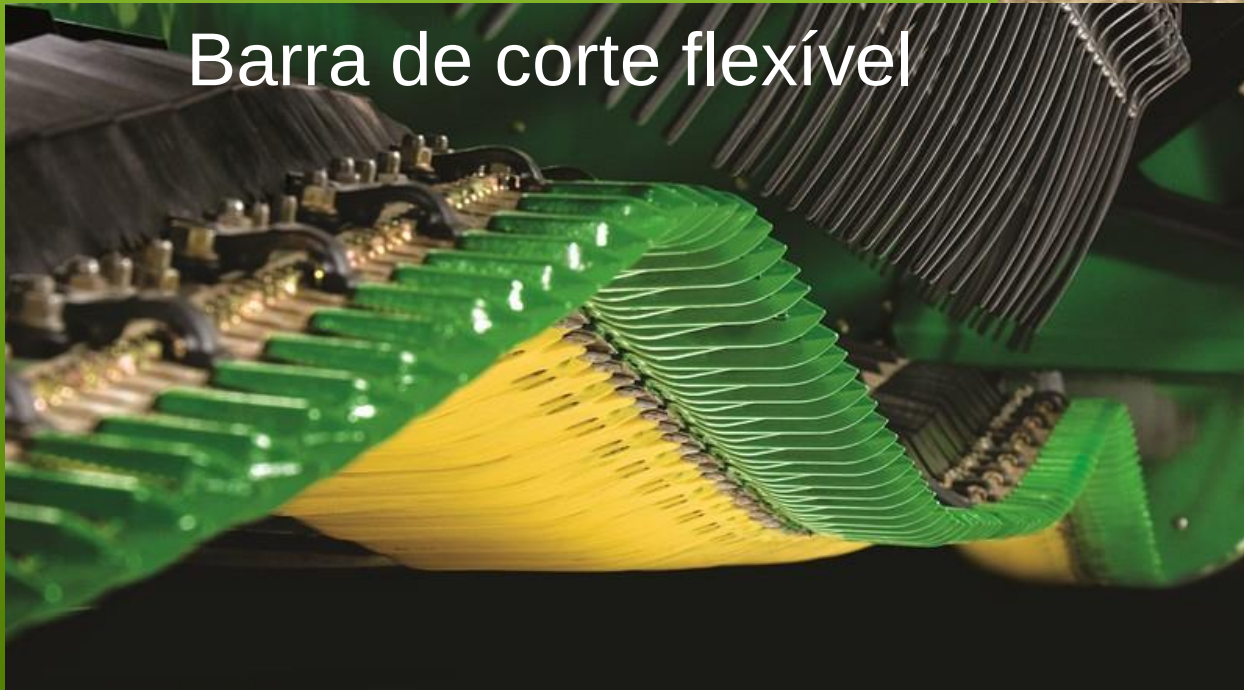


4 COMBINADAS - SISTEMAS

Barra de corte



Barra de corte flexível



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Condutor helicoidal (Sem-fim ou Caracol)



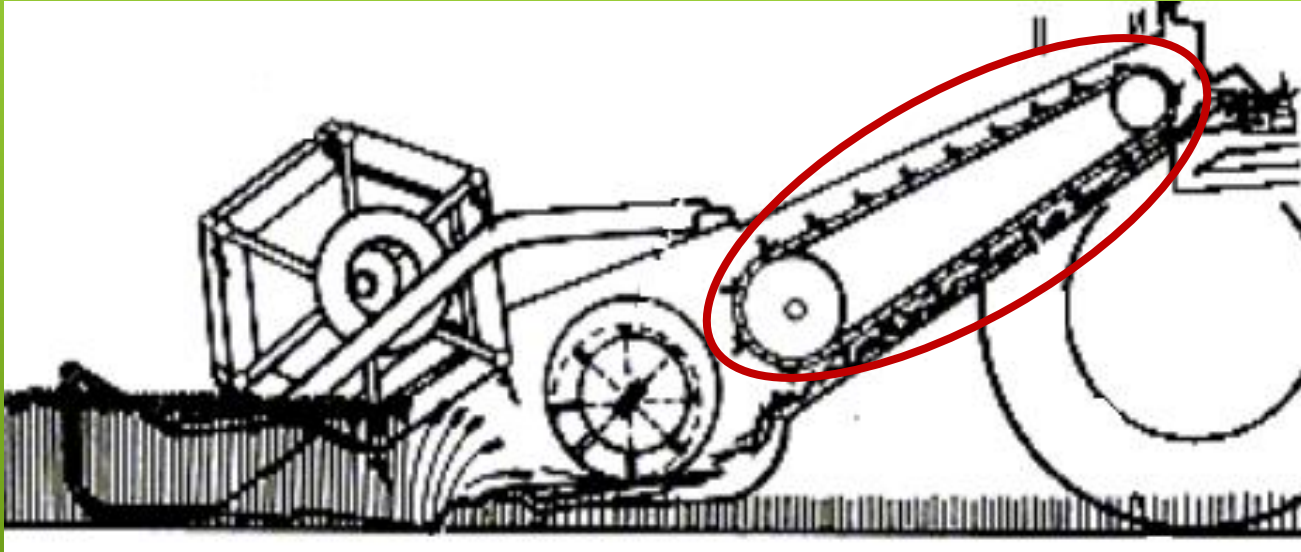
4 COMBINADAS - SISTEMAS

Esteiras transportadoras



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Esteira alimentadora



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Plataforma de corte

VÍDEO

Several thin, parallel white lines are drawn diagonally across the bottom right corner of the slide, extending from the right edge towards the bottom left.

4 COMBINADAS - SISTEMAS

E O MILHO?



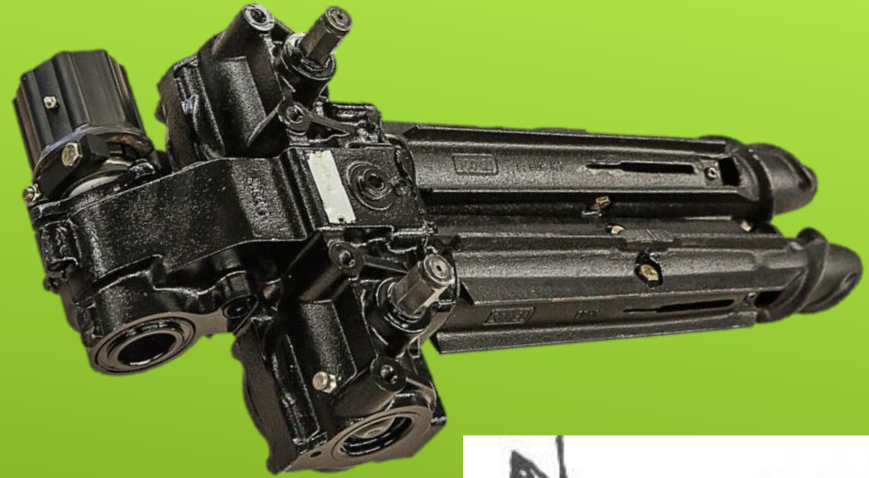
4 COMBINADAS - SISTEMAS

MILHO



4 COMBINADAS - SISTEMAS

MILHO



4 COMBINADAS - SISTEMAS

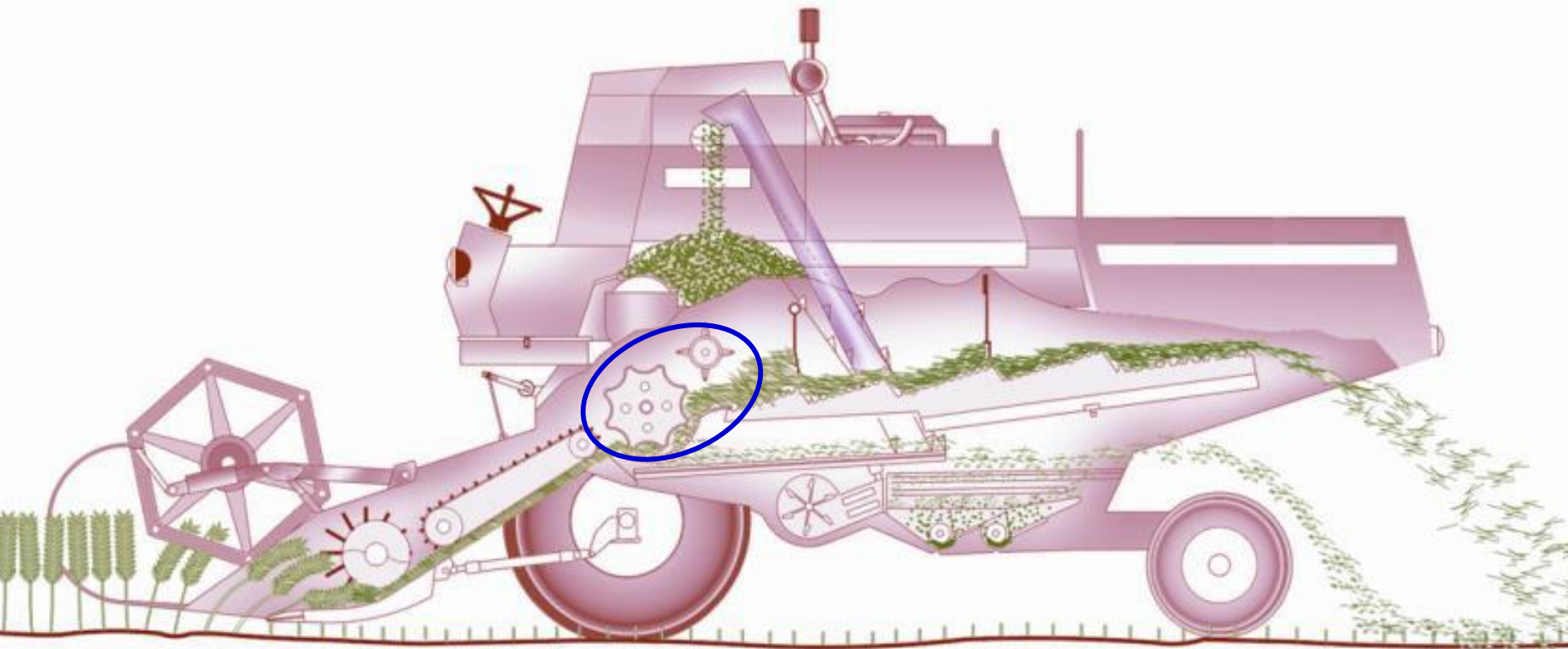
Plataforma para colheita de milho



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Sistema de trilha

De fluxo radial



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Sistema de trilha

De fluxo radial



4 COMBINADAS - SISTEMAS

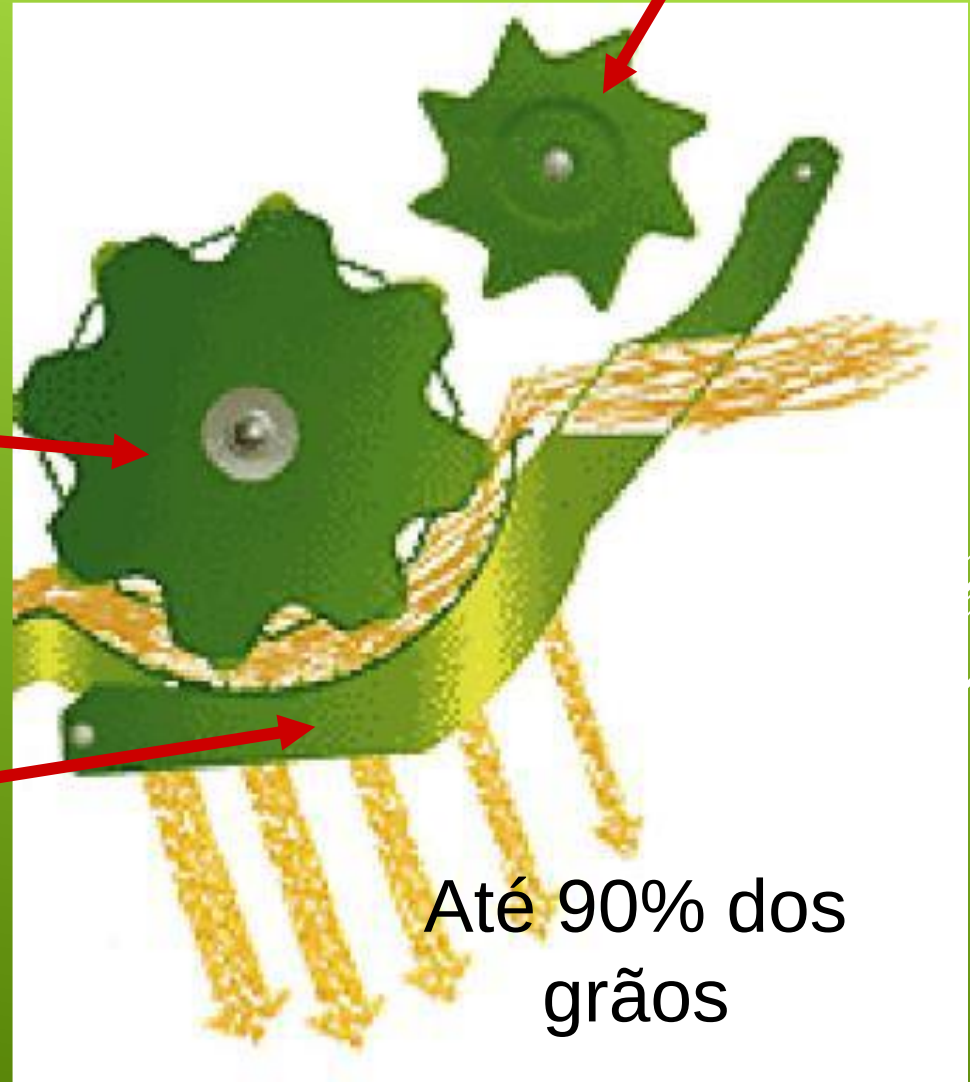
Batedor

Sistema de trilha

De fluxo radial

Cilindro

Côncavo



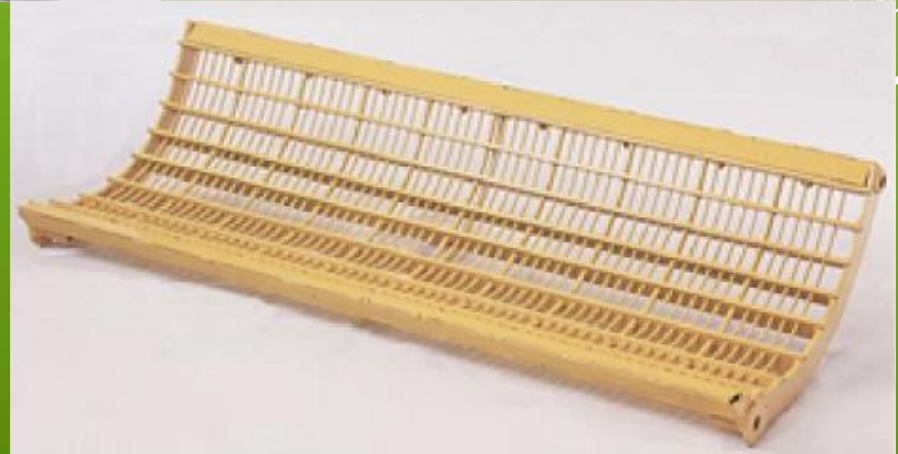
4 COMBINADAS - SISTEMAS

Cilindro e côncavo de aplicação geral



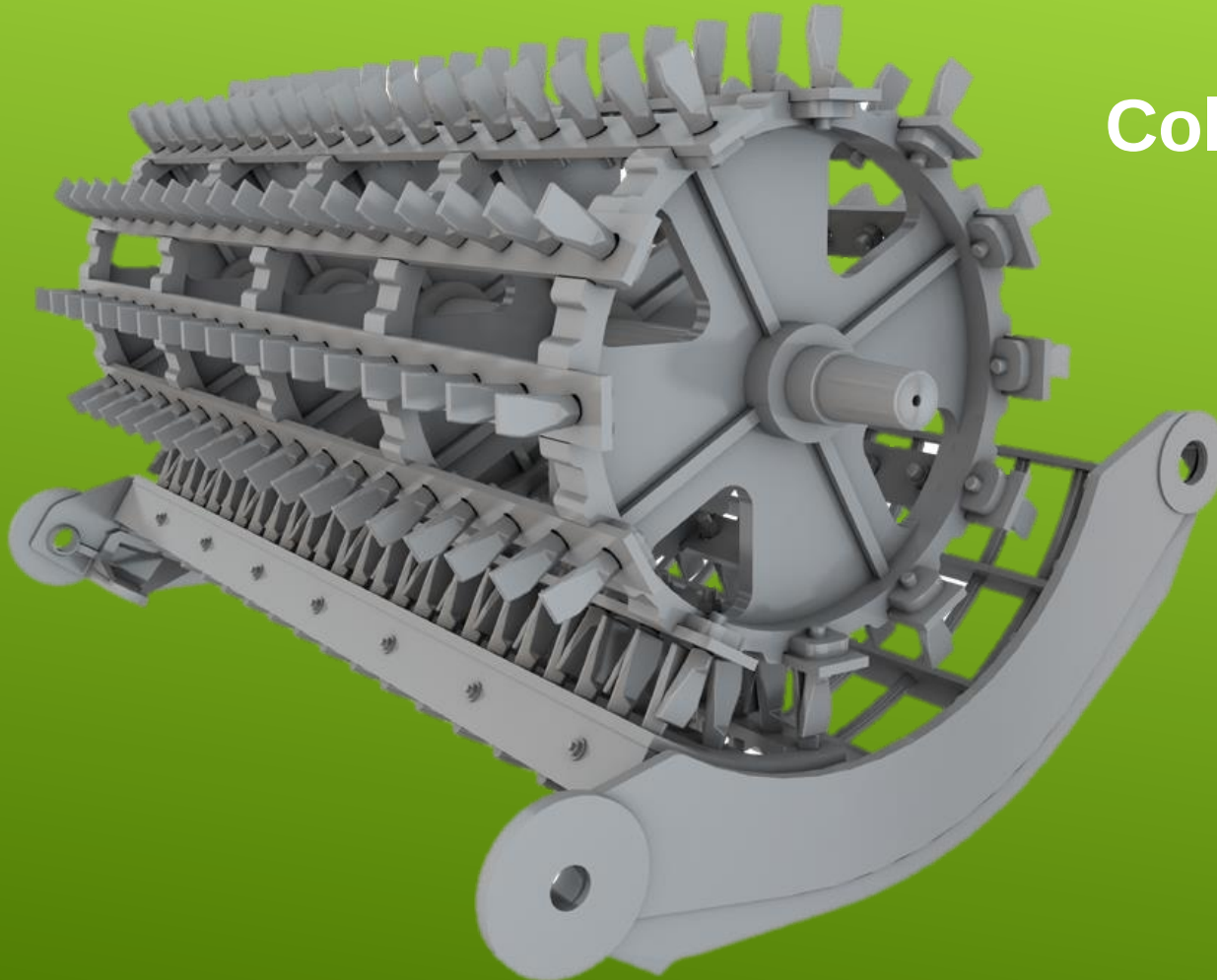
Cilindro de barras

Côncavo de tela



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Cilindro e côncavo de dentes

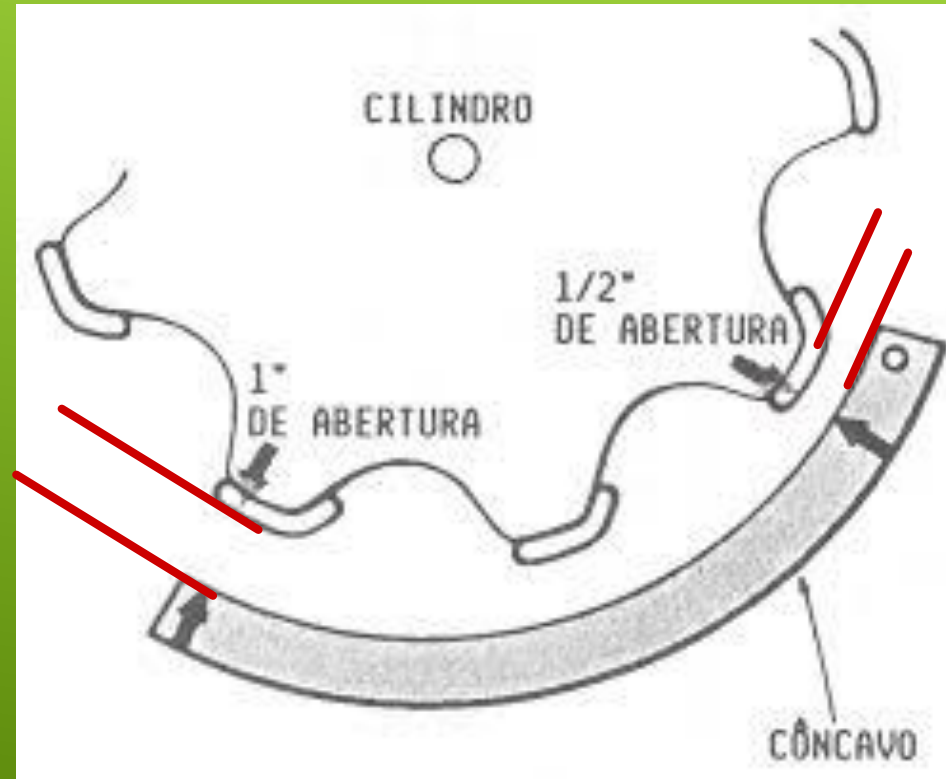


Colheita de arroz

4 COMBINADAS - SISTEMAS

Cilindro e côncavo - Regulação

- ✓ Rotação
- ✓ Afastamento



4 COMBINADAS - SISTEMAS

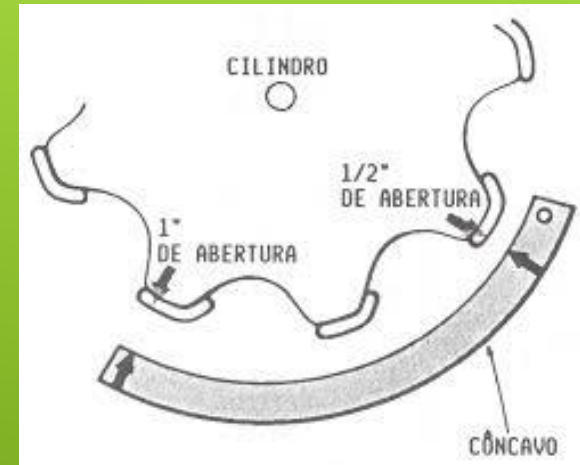
Cilindro e côncavo - Regulação

- ✓ Rotação
- ✓ Afastamento

Regra geral

Grãos pequenos: < afastamento e > rotação

Grãos maiores: > afastamento e < rotação



4 COMBINADAS - SISTEMAS

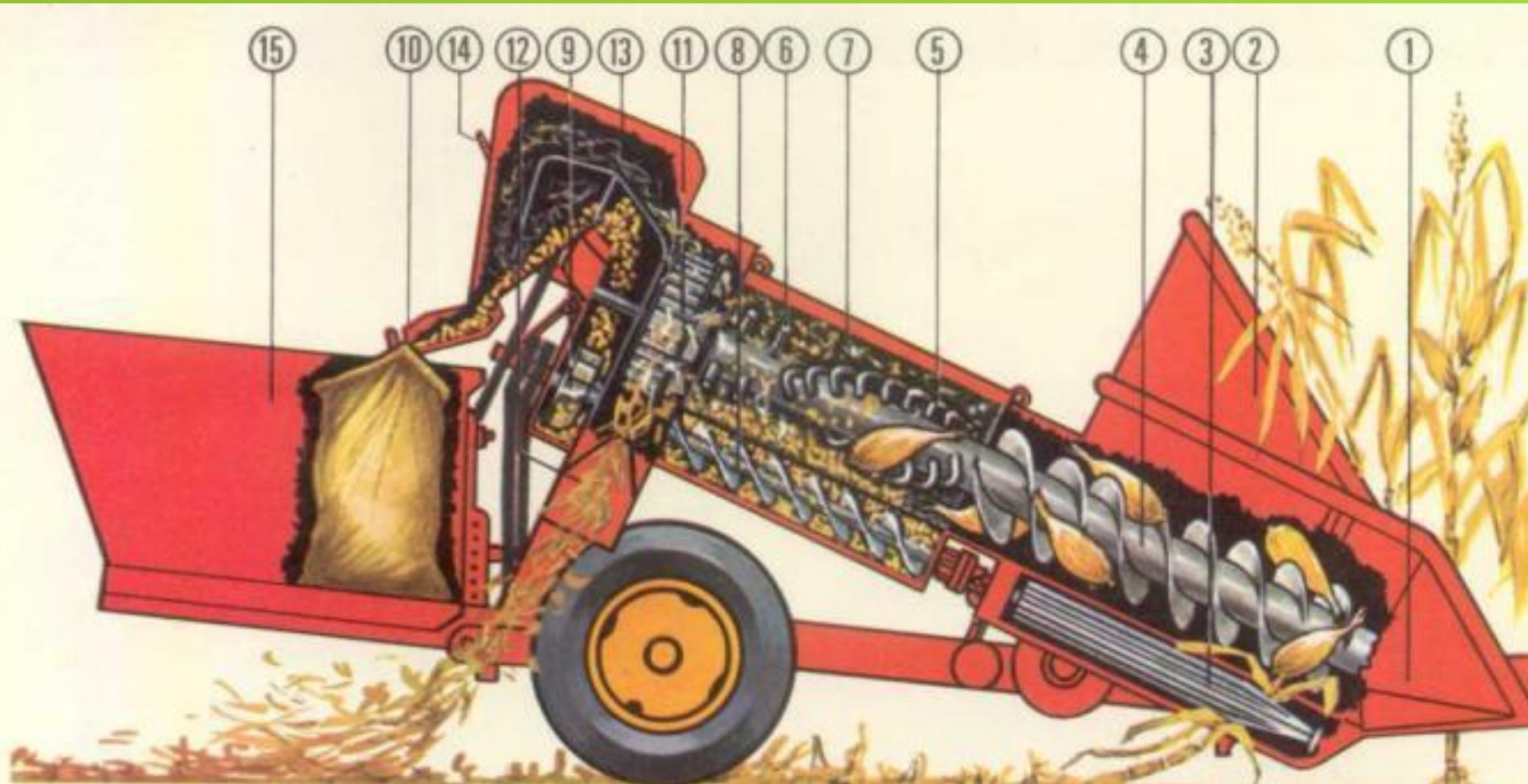
Sistema de trilha

De fluxo axial



4 COMBINADAS - SISTEMAS

De fluxo axial



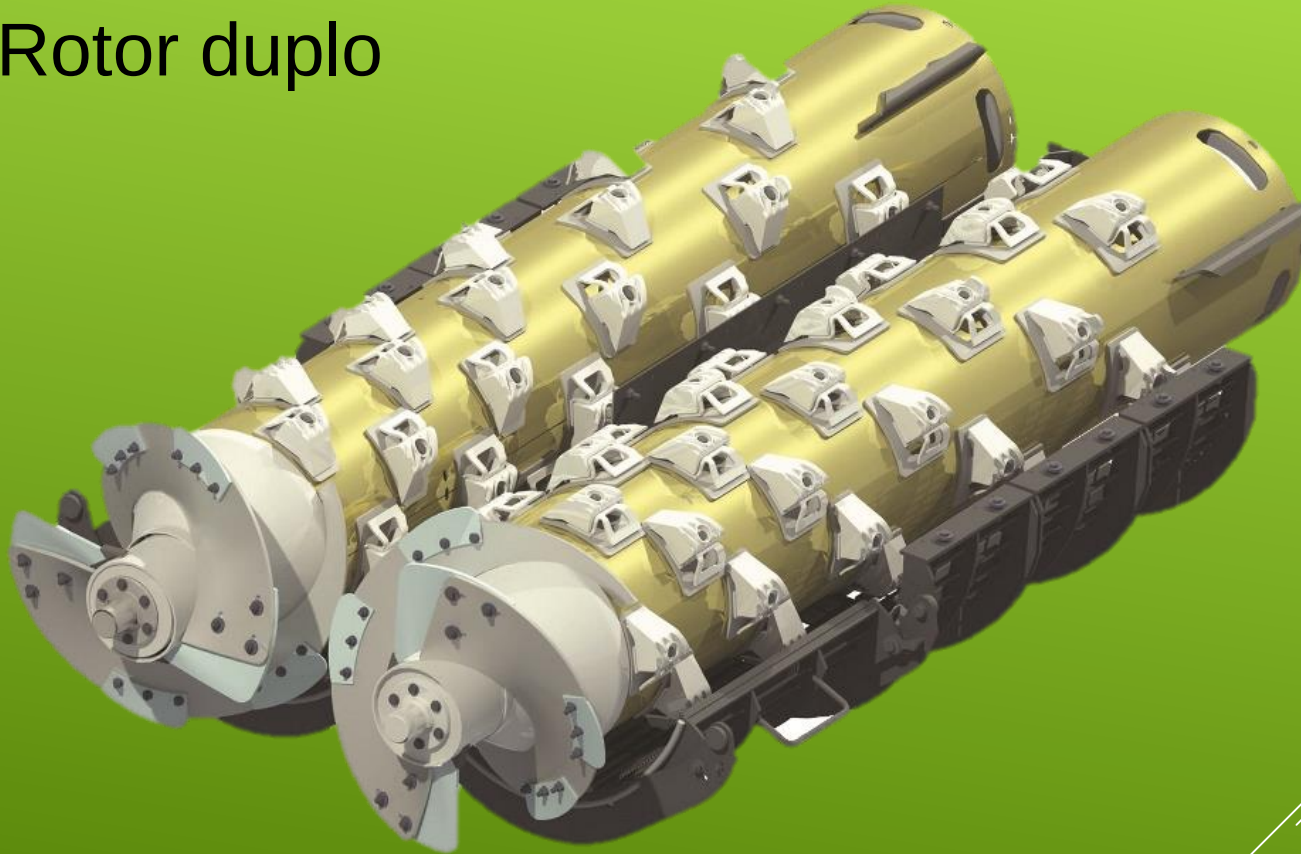
4 COMBINADAS - SISTEMAS

Rotor único



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Rotor duplo



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Sistema híbrido
ou misto



4 COMBINADAS - SISTEMAS

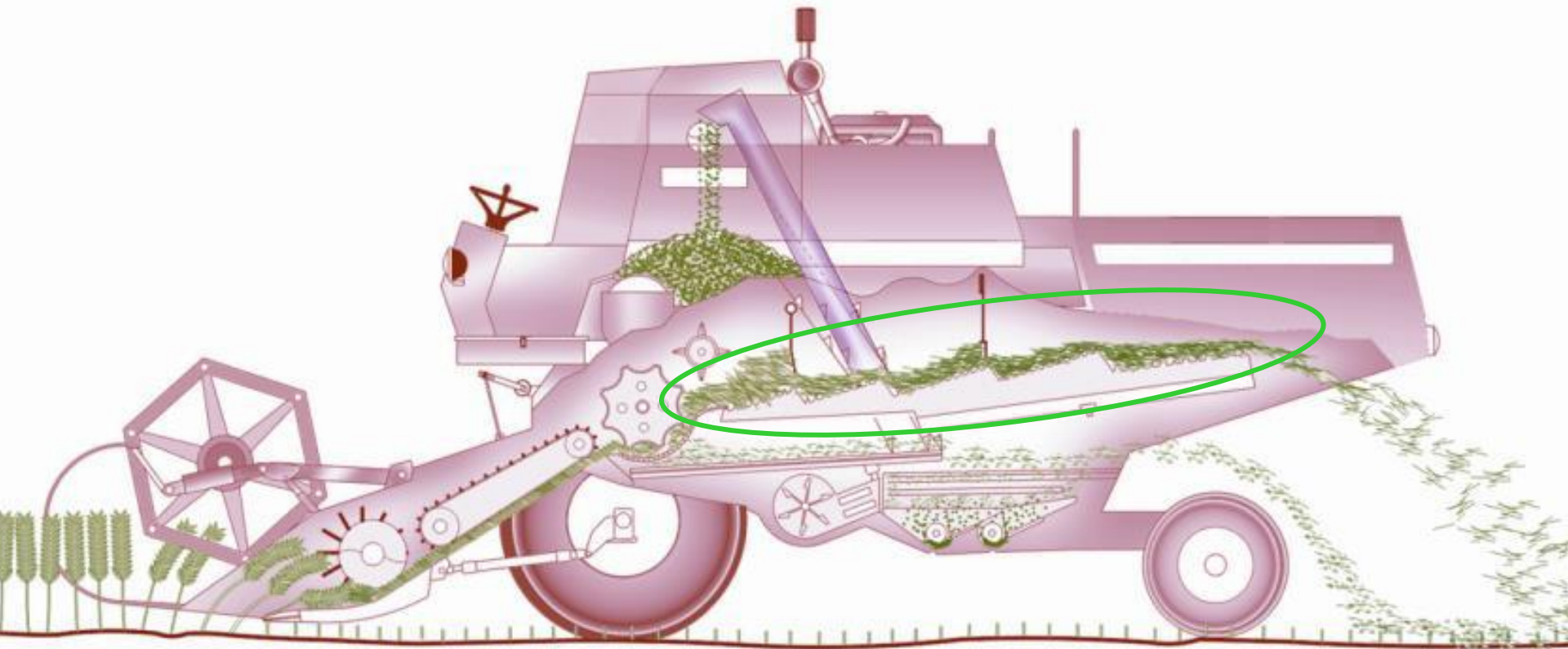
Sistema de trilha

VÍDEO

Several thin, parallel white lines are drawn diagonally across the bottom right corner of the slide, pointing towards the bottom right.

4 COMBINADAS - SISTEMAS

Separação



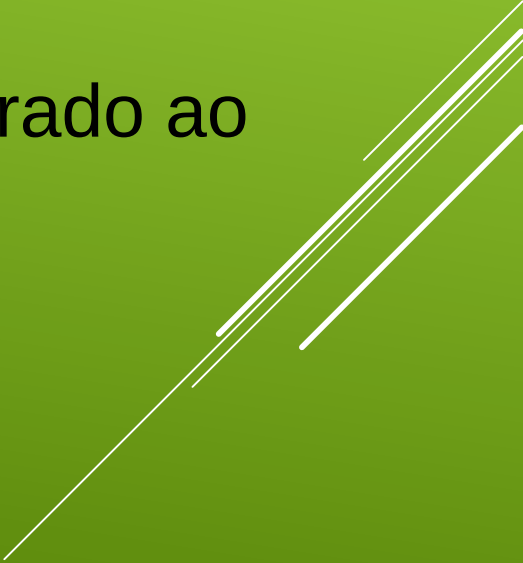
4 COMBINADAS - SISTEMAS

IMPORTANTE

Nas colhedoras de fluxo

AXIAL

O sistema de separação está integrado ao rotor de trilha

Several thin, parallel white lines are drawn diagonally across the bottom right corner of the slide, pointing towards the bottom right.

4 COMBINADAS - SISTEMAS

SISTEMA DE SEPARAÇÃO

Após a trilha, ocorrem dois tipos de material dentro das máquinas:

- ✓ Grãos contaminados com palha e...
- ✓ Palha impregnada de grãos...

Que podem ser grãos trilhados ou não.

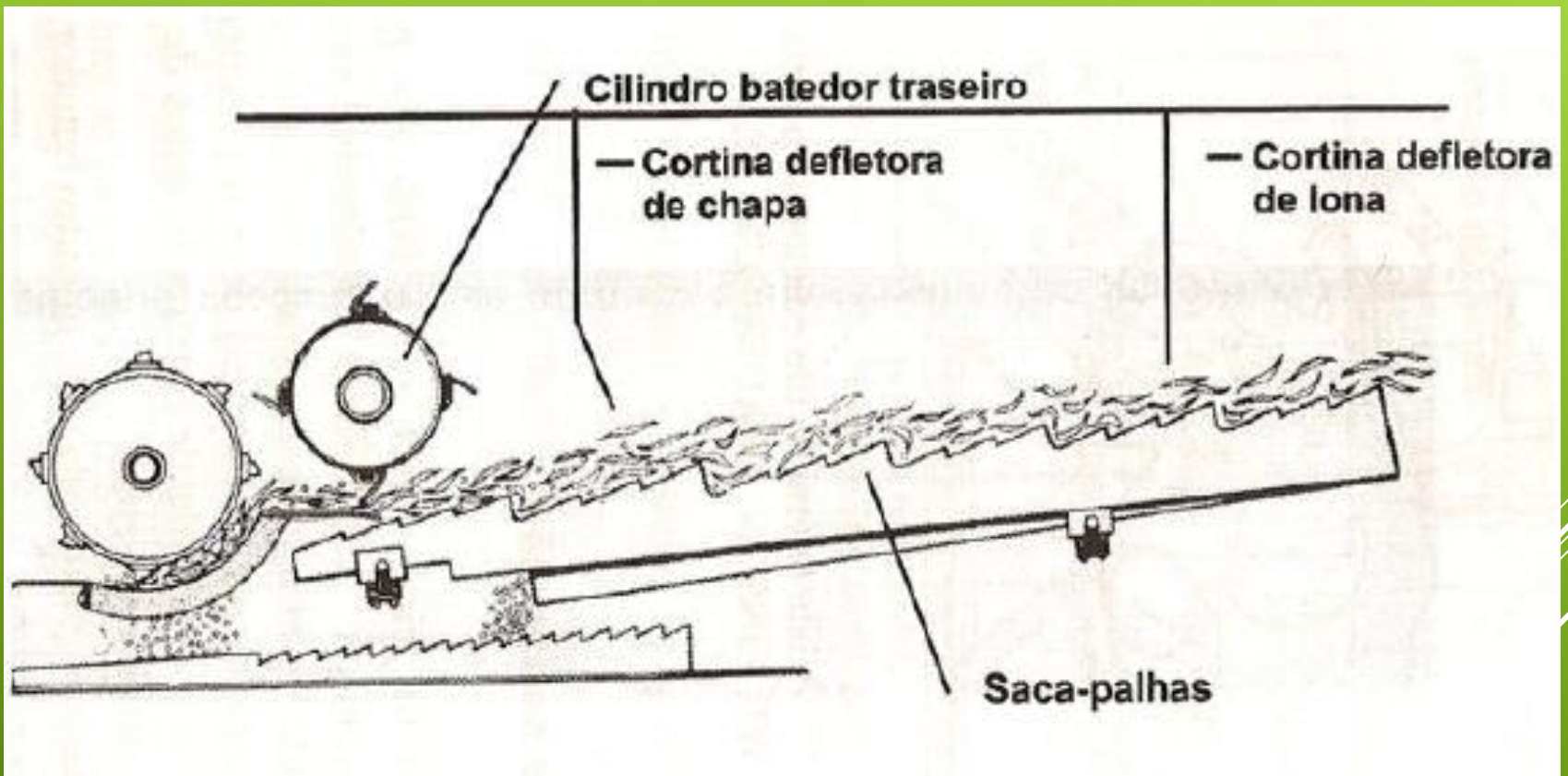
4 COMBINADAS - SISTEMAS

Na trila axial



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Saca-Palhas



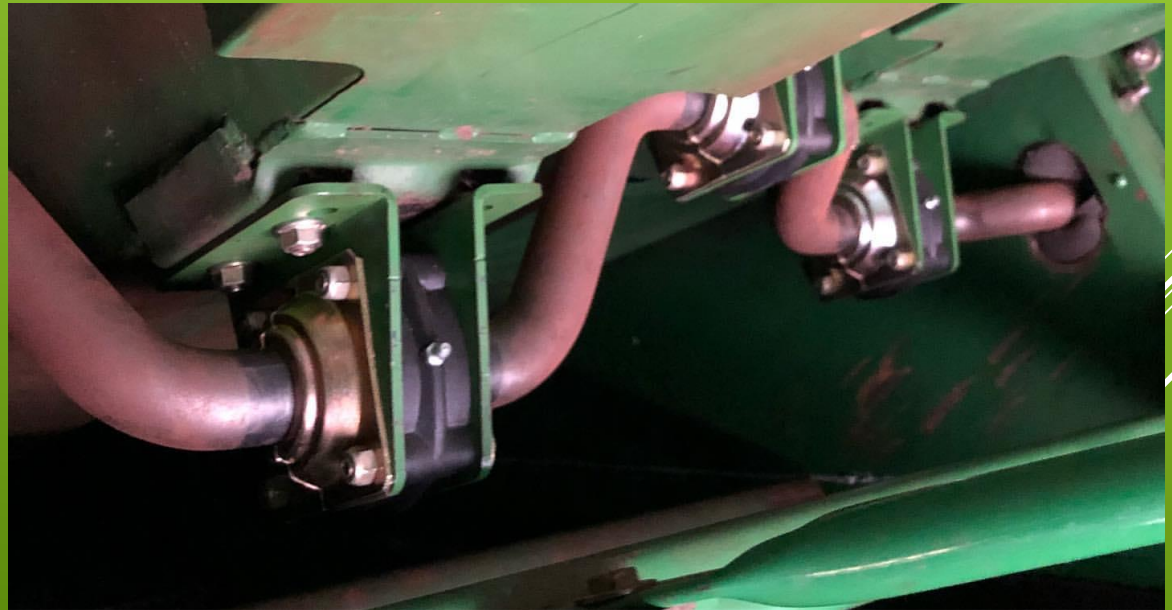
4 COMBINADAS - SISTEMAS

Saca-Palhas



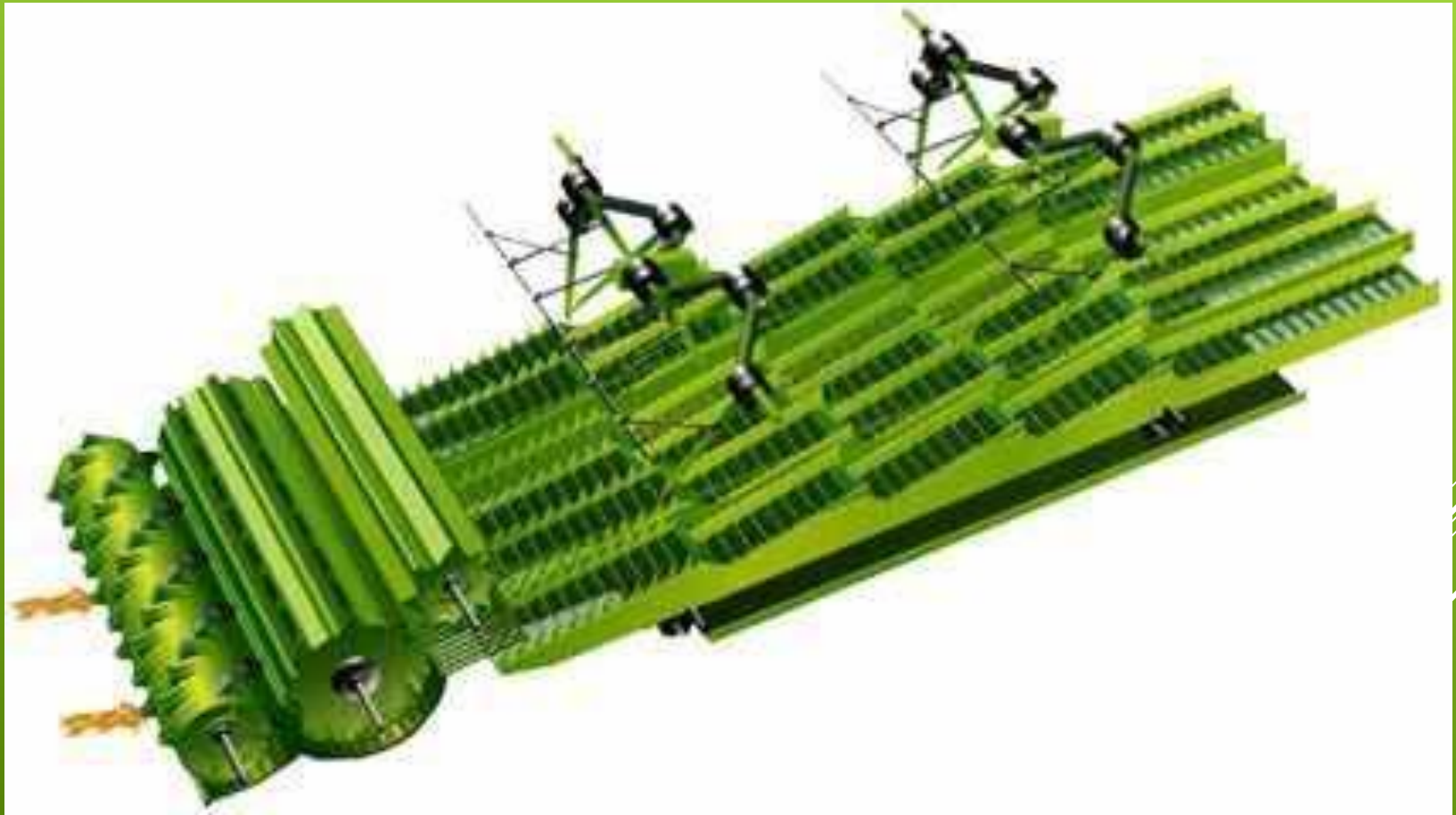
4 COMBINADAS - SISTEMAS

Saca-Palhas



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Saca-Palhas



4 COMBINADAS - SISTEMAS



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Picador/esparramador de Palhas



4 COMBINADAS - SISTEMAS

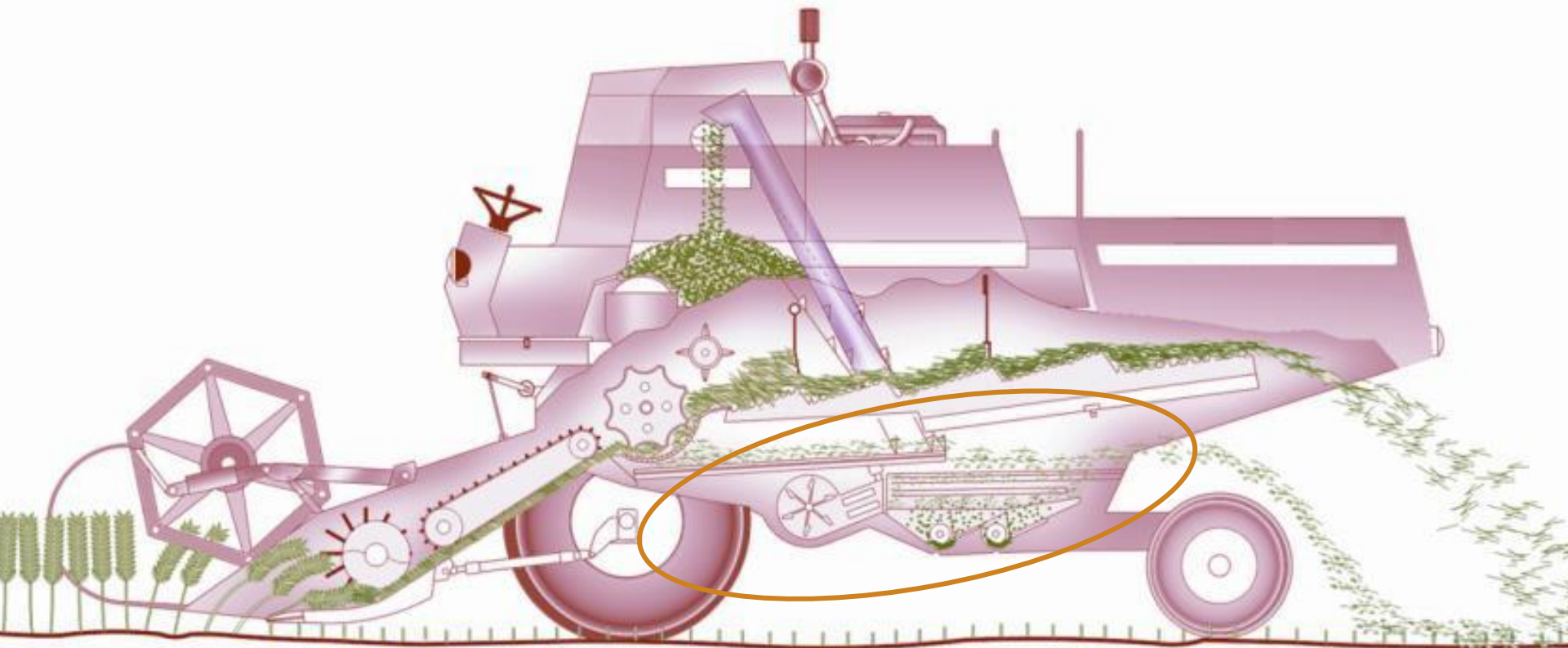
Sistema de separação

VÍDEO

Several thin, white, parallel diagonal lines are located in the bottom right corner of the slide, extending from the bottom edge towards the right edge.

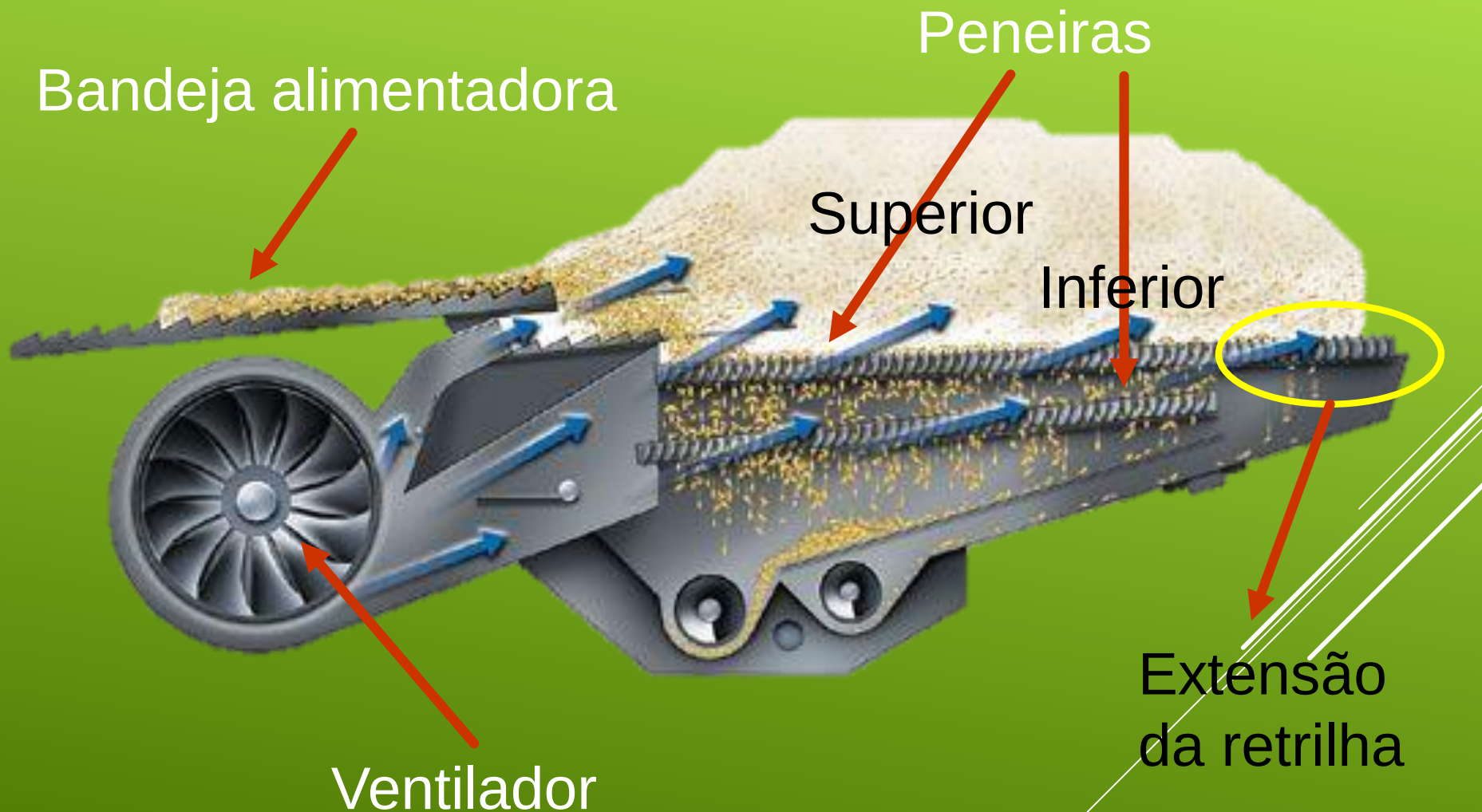
4 COMBINADAS - SISTEMAS

Sistema de limpeza



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Sistema de limpeza



4 COMBINADAS - SISTEMAS

Sistema de limpeza - Regulagens

Peneiras

- ✓ Superior – mais aberta
- ✓ Inferior – mais fechada

Ventilador

- ✓ Intensidade de fluxo
 - ✓ Direcionamento de fluxo
- 

4 COMBINADAS - SISTEMAS

Sistema de limpeza

VÍDEO

Several thin, parallel white lines are drawn diagonally across the bottom right corner of the slide, pointing towards the bottom right.

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA



4 COMBINADAS - PERDAS

PERDAS DE COLHEITA



Soja
Voluntária???

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

Determinação da Produção (GPr)

Amostragens bem realizadas determinam a real produção em uma área conhecida.

A apuração da área colhida possibilita determinar o **ÍNDICE** total de perdas.

Definir uma área amostral e recolher os grãos encontrados nas plantas, procedendo ao cálculo de sua massa em relação à área unitária.

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

Determinação das Perdas de Colheita

- ✓ Perdas naturais (ou pré-colheita) - **PN**
- ✓ Total de Perdas de Colheita - **TP**

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

Perdas naturais – causas frequentes

- ✓ Variedades
- ✓ Época
- ✓ Condições Climáticas
- ✓ População de plantas

IMPORTANTE

As perdas naturais apuradas deverão ser consideradas como parte da **PRODUTIVIDADE**

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

Perdas naturais – DETERMINAÇÃO

Amostragens bem realizadas determinam a MASSA de grãos caídas ao solo antes da ação da colhedora.

Definir uma área amostral e recolher os grãos encontrados sobre o solo, procedendo ao cálculo de sua massa em relação à área unitária.

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

Determinação das Perdas de Colheita

Perdas operacionais – causas frequentes

- ✓ Regulagens
 - ✓ Preparo de solo/semeadura
 - ✓ Inadequação ou limitação do equipamento
 - ✓ Inabilidade do operador
- 

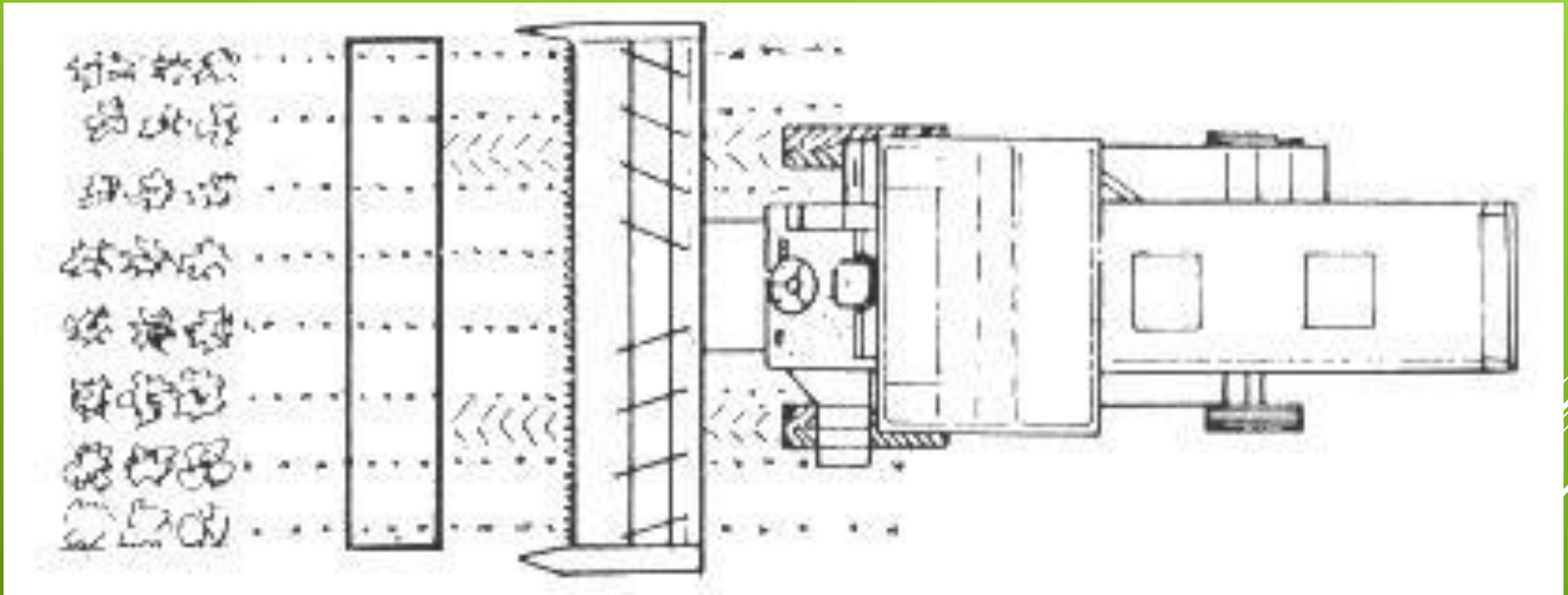
5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

Perdas Plataforma de corte (PP)

Com a colhedora em deslocamento regular e equilibrado de colheita, parar e desligar todos os mecanismos da máquina. Recuar uma certa distância (4 ou 5 metros são suficientes) e recolher os grãos que são encontrados no solo (**GPL**). Proceder ao cálculo da massa correspondente a uma área unitária.

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

Perdas Plataforma de corte (PP)



$$PP = GPL - PN$$

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

PERDAS INTERNAS (PI)

São as perdas provocadas pelos mecanismos internos da colhedora, responsáveis pelas etapas de trilha e separação.



5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

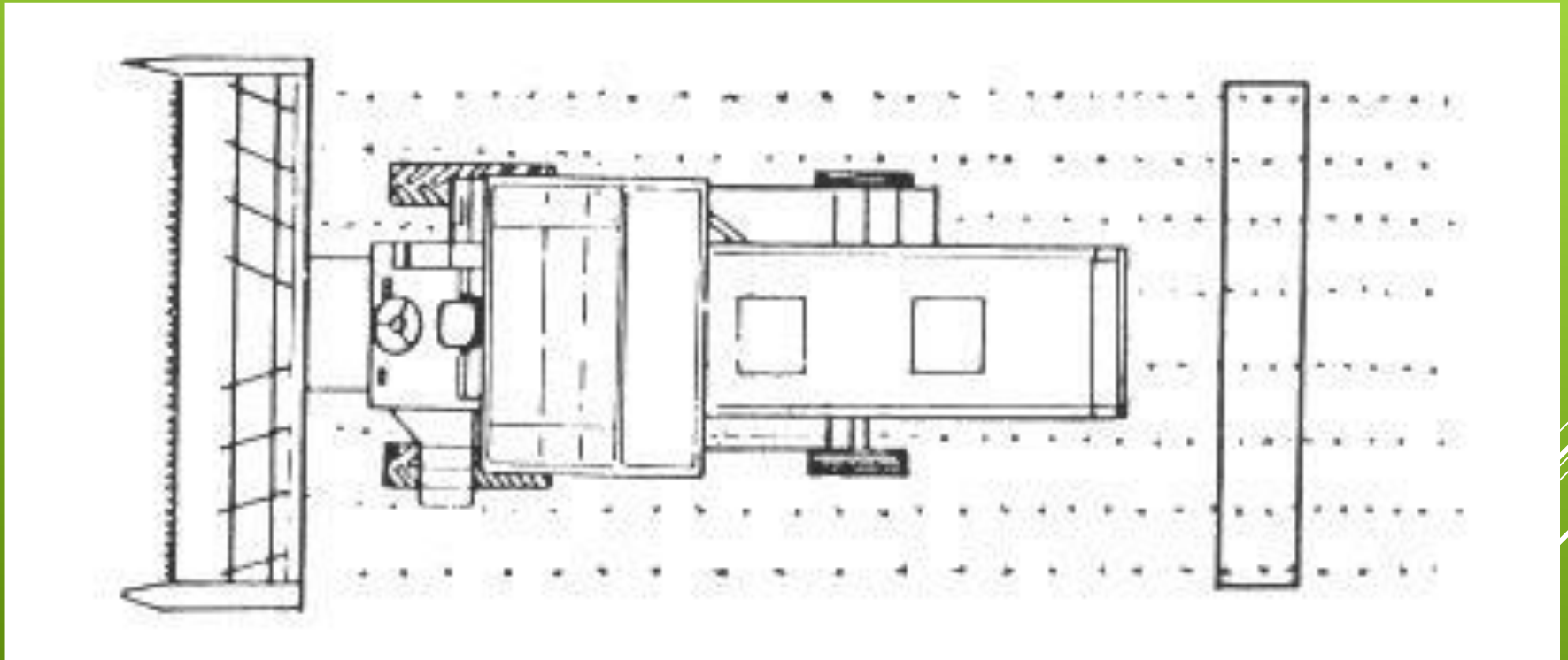
PERDAS INTERNAS (PI)

Recolher grãos existentes numa área com largura idêntica à largura da plataforma de corte da colhedora e calcular sua massa em relação a uma área unitária (GT).



5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

PERDAS INTERNAS (PI)



$$PI = GT - GPL$$

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

TOTAL de PERDAS de COLHEITA (TP)

Representam o total de perdas de grãos provocados pela ação da máquina.

$$TP = GT - PN$$
Several white diagonal lines of varying lengths and thicknesses are positioned in the bottom right corner of the slide, creating a modern, abstract graphic element.

5 COMBINADAS – PERDAS DE COLHEITA

Determinação da Produtividade (Pr)

$$Pr = GPr + PN$$

ÍNDICE de perdas de
COLHEITA (IPC)

$$IPC = \frac{TP}{GPr} \cdot 100$$

ÍNDICE TOTAL de
Perdas (ITP)

$$ITP = \frac{GT}{Pr} \cdot 100$$

Eficiência de colheita (EfC)

$$EfC = 100 - IPC$$