



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIODISSISTEMAS

LER 432 - MÁQUINAS AGRÍCOLAS

MÁQUINAS PARA COLHEITA DE FORRAGEM

Prof. Walter F. Molina Jr
DEB – ESALQ – USP
2018

1 INTRODUÇÃO

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

http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Molina/LEB_432/

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.

1 INTRODUÇÃO

PRODUÇÃO DE CARNE E LEITE

PASTAGEM COMO FONTE
PRINCIPAL DE ALIMENTAÇÃO
DE RUMINANTES



1 INTRODUÇÃO

RESULTADOS PRÁTICOS

BAIXOS ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE

77,8% < 1UA/ha

Lotação dos pastos no Brasil

Participação Percentual de UA/ha

Até 0,4	De 0,4 a 0,8	De 0,8 a 1,5	Acima de 1,5
52,5	25,1	18,3	4,0

Produtividade da produção leiteira – 4,1 litros/vaca.dia

1 INTRODUÇÃO

PARA QUE PRODUZIR FORRAGEM?

ESTAÇÕES CLIMÁTICAS

A photograph of a bright sun in a blue sky with white clouds, representing summer.

VERÃO

Calor/Umididade: crescimento vegetal vigoroso

Abundância e Excesso de Alimentos

A photograph of a dry, yellowish-brown field with sparse vegetation under a clear sky, representing winter.

INVERNO

Frio/Seca: baixo desenvolvimento vegetal

Necessidade de Manutenção de Peso e Condições Gerais dos Animais

1 INTRODUÇÃO

PARA QUE PRODUZIR FORRAGEM?

**Processo de
Industrialização
da Sociedade**



**Problemas
Com Mão de
Obra no
Meio Rural**



**Necessidade de
Mecanização**

1 INTRODUÇÃO



2 PRODUÇÃO DE FORRAGEM

Características
Fisiológicas e
Nutricionais
das Forragens



Assunto
da
Forragicultura



Implicações
Básicas

Produção
de
Forragem



Colheita
Das
Plantas



Massa de
Tecidos
Vegetais
MORTOS

PRODUTO FINAL



2 PRODUÇÃO DE FORRAGEM

CONTROLE DE PERDAS

NATURAIS

Não podem ser evitadas:

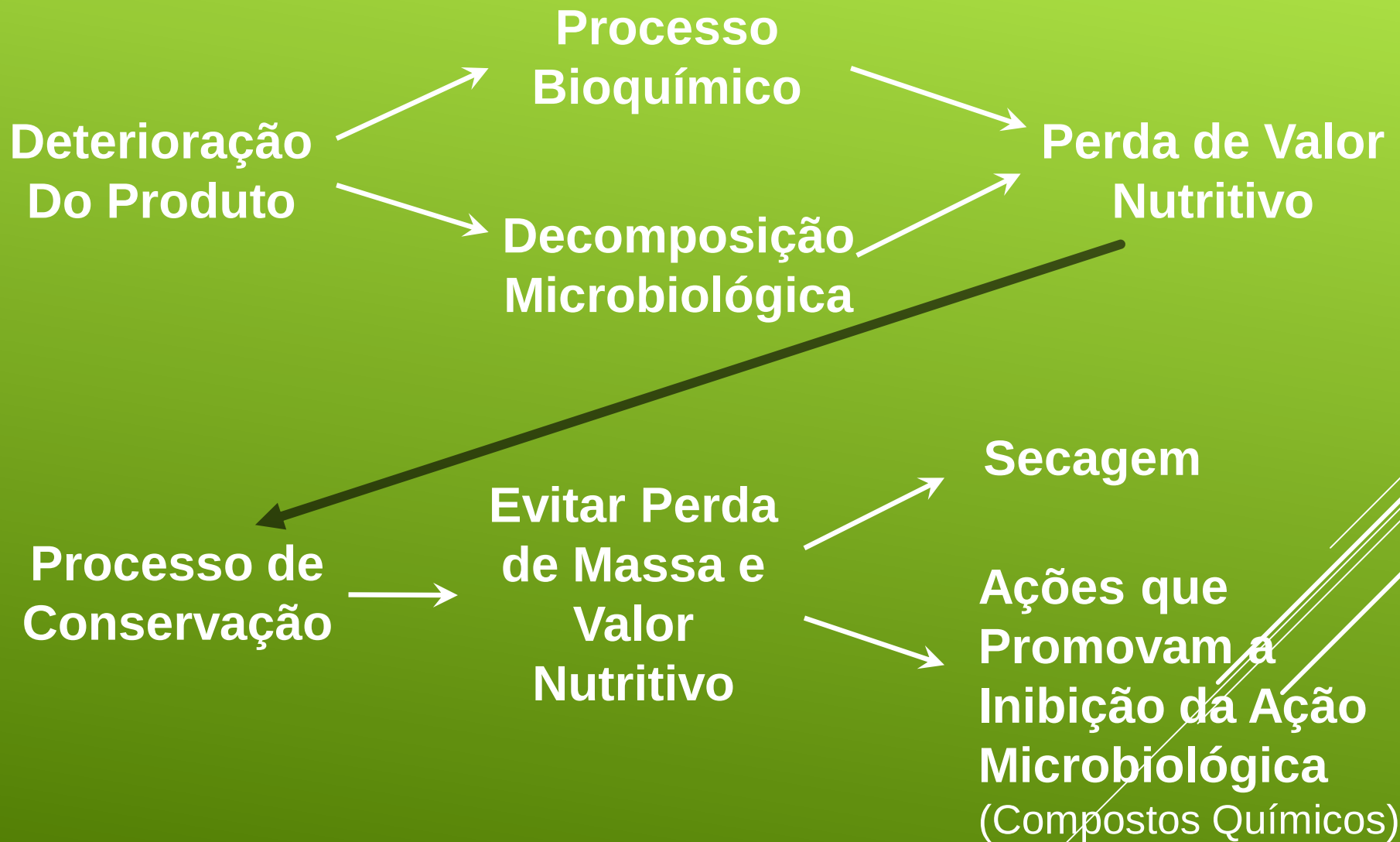
- ✓ Relacionadas com aspectos fisiológicos como respiração;
- ✓ Têm implicações nutricionais;
- ✓ Podem ser minimizadas.

EVITÁVEIS

Decorrem de problemas no processo de produção:

- ✓ Lixiviação;
- ✓ Escolha da planta;
- ✓ Chuva, vento;
- ✓ Ataque de “pragas”;
- ✓ Aspectos mecanizados de corte, acondicionamento, transporte e manuseio.

2 PRODUÇÃO DE FORRAGEM



2 PRODUÇÃO DE FORRAGEM

OPERAÇÕES ENVOLVIDAS NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM

- ✓ **COLHEITA (CORTE)**
 - ✓ **MANIPULAÇÃO (PRÉ e PÓS)**
 - ✓ **CAREGAMENTO**
 - ✓ **TRANSPORTE**
- 

2 PRODUÇÃO DE FORRAGEM

TIPOS DE FORRAGEM

FENO



SILAGEM



3 PRODUÇÃO DE FENO

CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO

- ✓ A forragem é cortada e pode passar por processo de acondicionamento;
- ✓ É deixada no campo para secar (± 15 a 20%);
- ✓ Deve ser periodicamente revolvida;
- ✓ Enfardamento e transporte até o local de armazenamento.

3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

SEGADORAS

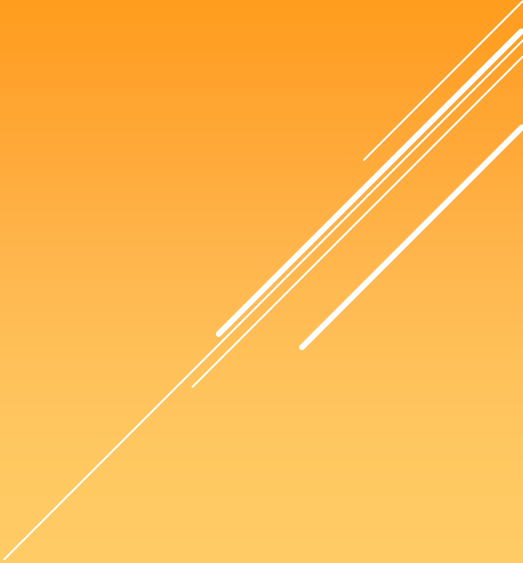
São as máquinas utilizadas no corte das plantas (forragem).



3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

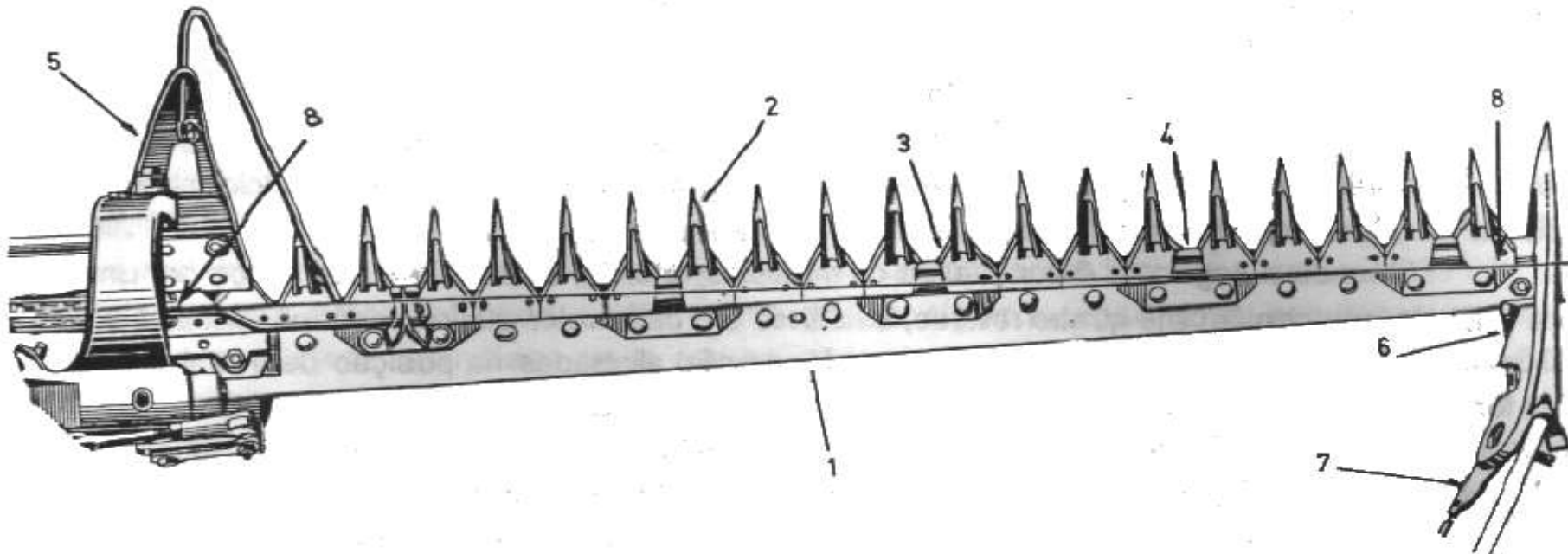
Segadoras de Barra

Utilizam mecanismos semelhantes às barras de corte das colhedoras de cereais.



3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

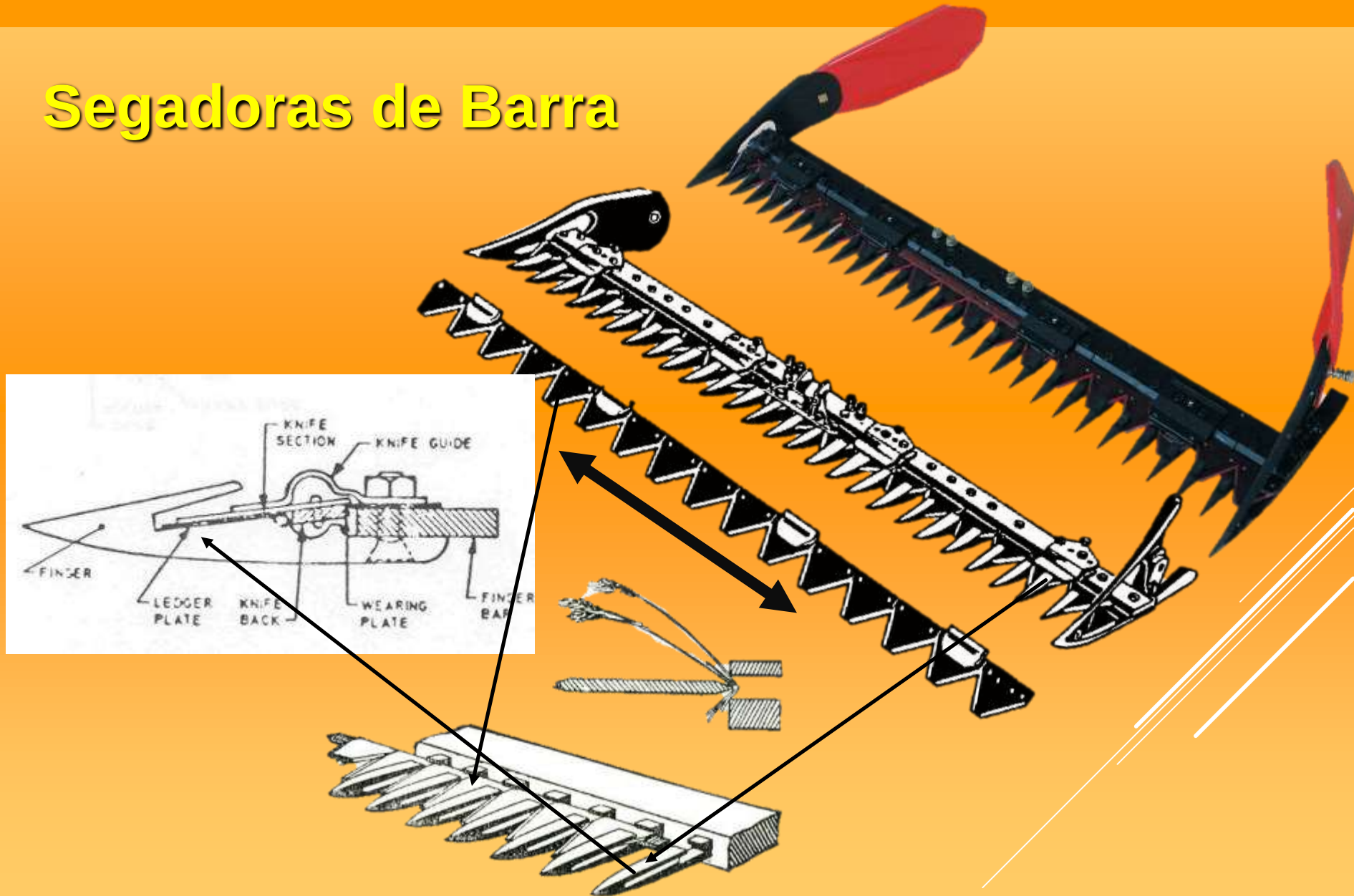
Segadoras de Barra



- 1. Barra de corte, 2. Guarda (dedo), 3. Secção da faca, 4. Grampo, 5. Sapata interna, 6. Sapata externa, 7. Barra guia, 8. Representação do avanço da barra de corte. (BALASTREIRE, 1990).**

3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras de Barra



3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras de Barra - Regulagens

- ✓ Barra de corte – semelhante ao discutido para as colhedoras de cereais;
- ✓ Sapatas interna/externa – altura do corte;
- ✓ Alinhamento volante, biela barra de corte;



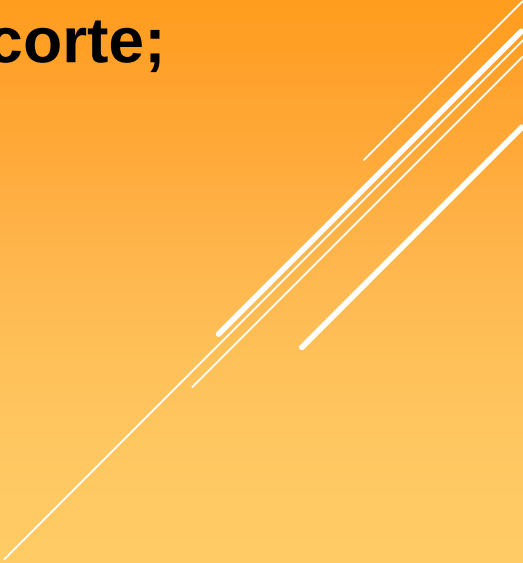
3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras de Barra - Regulagens



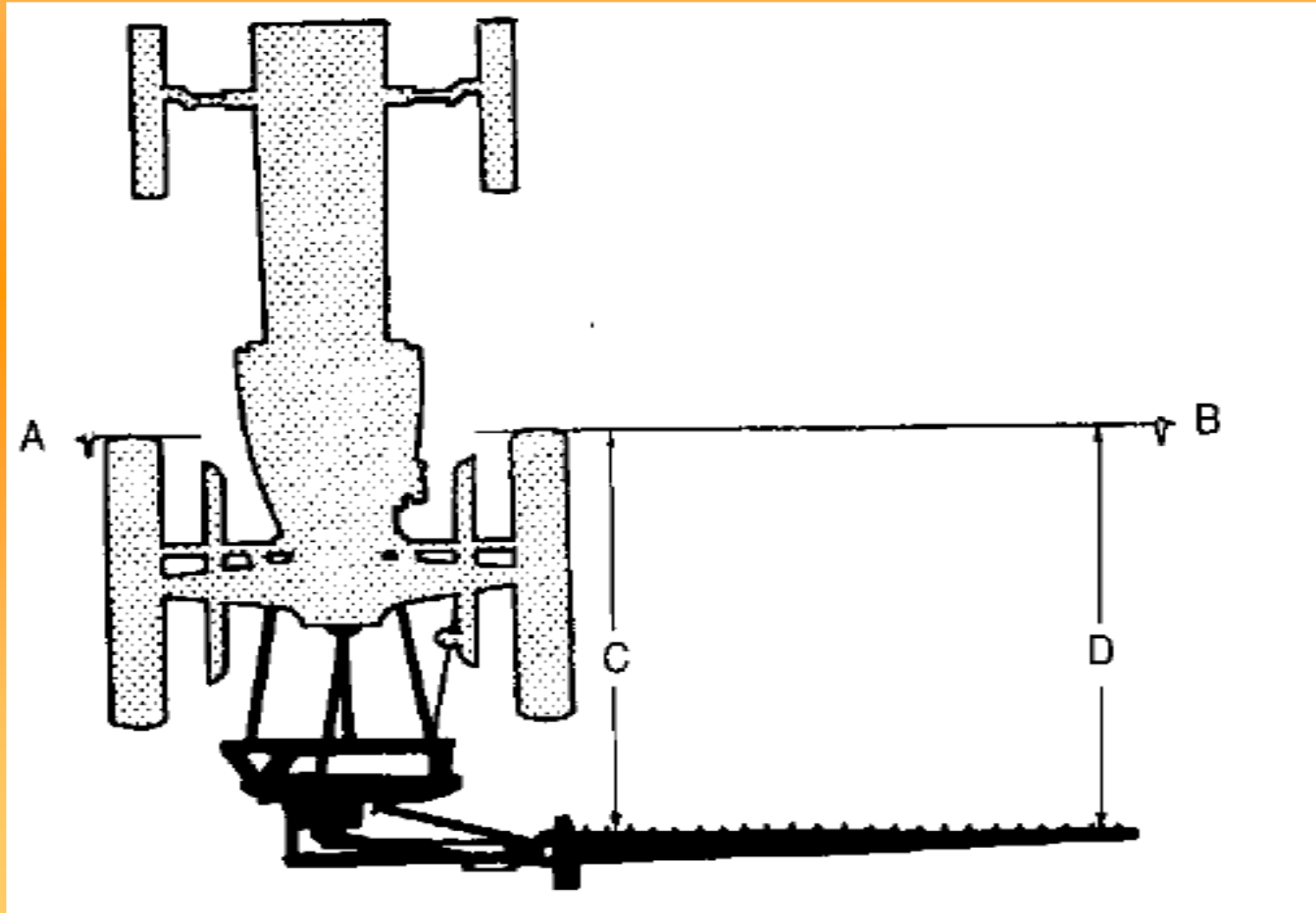
3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras de Barra - Regulagens

- ✓ Barra de corte – semelhante ao discutido para as colhedoras de cereais;
 - ✓ Sapatas interna/externa – altura do corte;
 - ✓ Alinhamento volante, biela barra de corte;
 - ✓ Avanço da barra de corte;
- 

3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras de Barra - Regulagens



3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras de Barra - Regulagens

- ✓ Barra de corte – semelhante ao discutido para as colhedoras de cereais;
- ✓ Sapatas interna/externa – altura do corte;
- ✓ Alinhamento volante, biela barra de corte;
- ✓ Avanço da barra de corte;
- ✓ Inclinação da barra de corte – altura do corte.

3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras de Barra - Funcionamento

Video 1

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

3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

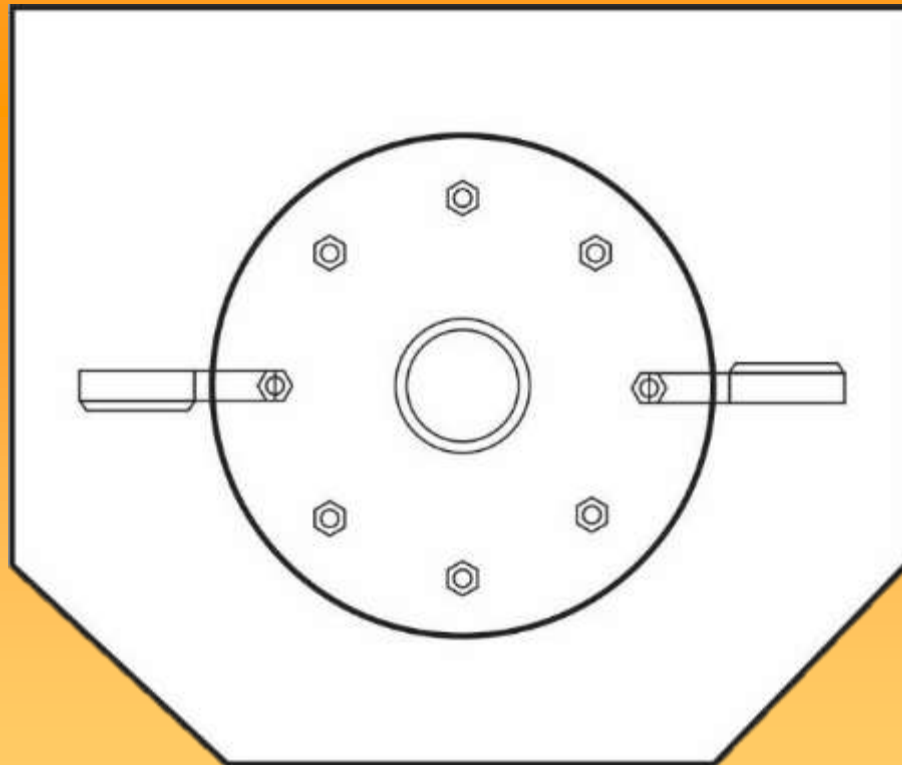
Segadoras Rotativas – Roçadoras



3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

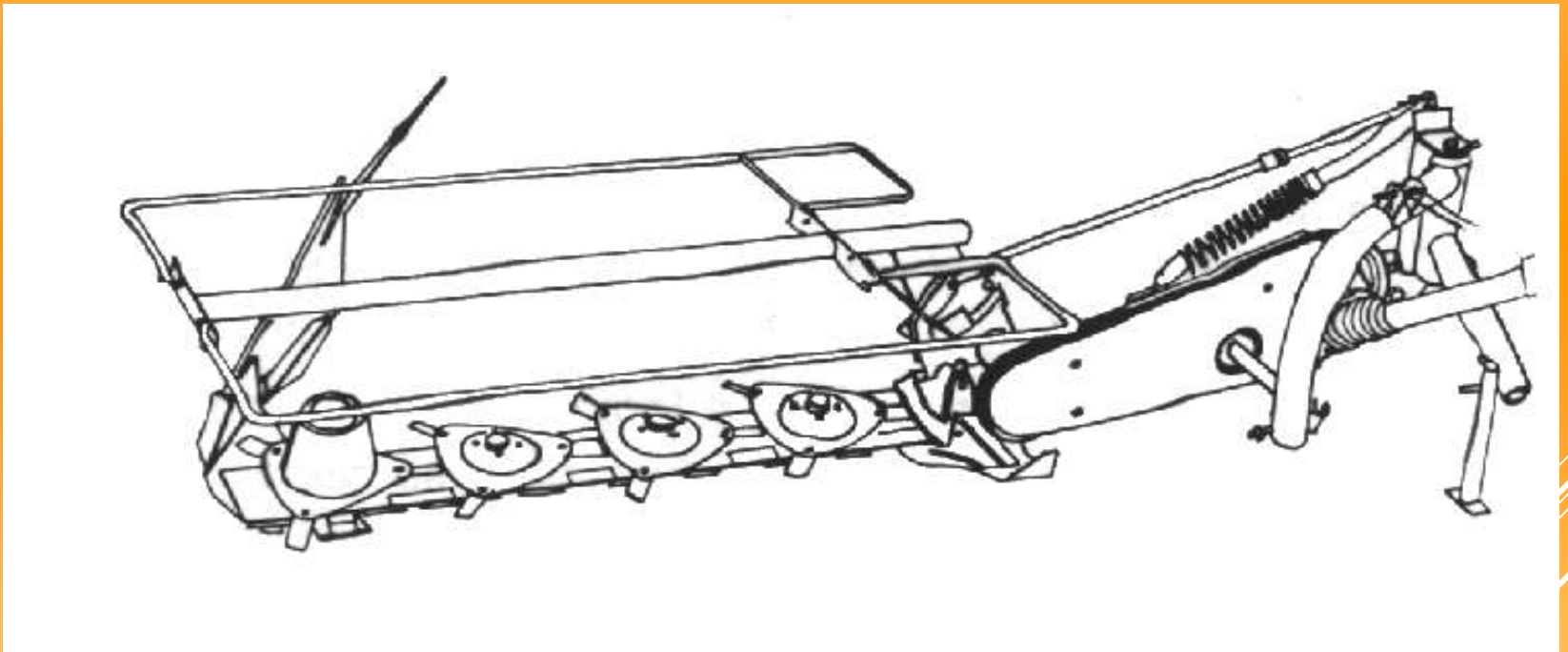
Segadoras Rotativas – Roçadoras

São máquinas que se utilizam do movimento rotativo de facas para realizar o corte.



3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras Rotativas – Roçadoras



3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras Rotativas – Roçadoras



3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS

Segadoras Rotativas – Roçadoras



3.1 MÁQUINAS UTILIZADAS NO CORTE

Segadoras Rotativas – Roçadoras

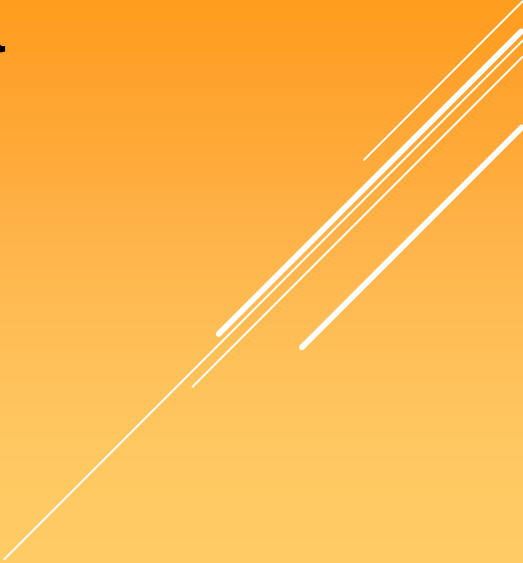
Regulagens

- ✓ Altura de corte – sapatas ou 3º ponto
 - ✓ Restritas a cuidados com a segurança
- 
- Several thin, parallel white lines are drawn diagonally across the bottom right corner of the slide, extending from the middle of the right edge towards the bottom left.

3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

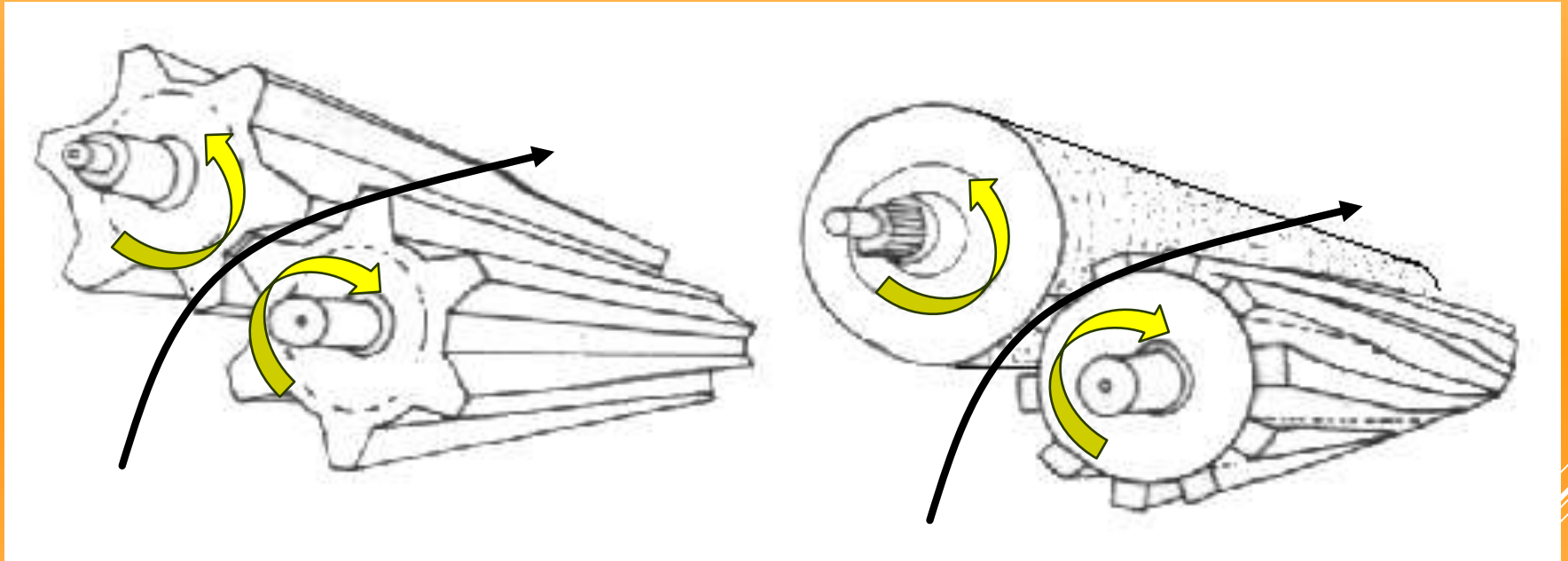
Acondicionadores de Feno

Máquinas que produzem efeitos de esmagamento e/ou dobramento das hastes da forragem, visando sua secagem mais rápida.



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Acondicionadores de Feno



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Acondicionadores de Feno

Regulagens:

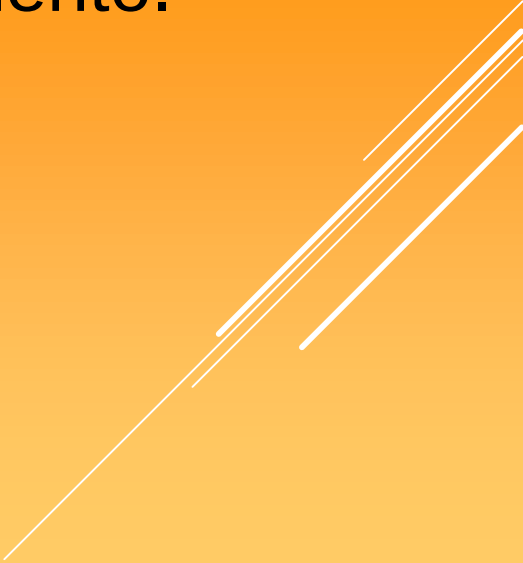
- ✓ Espaçamento e pressão entre os cilindros;
- ✓ Rotação dos cilindros



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Ancinhos

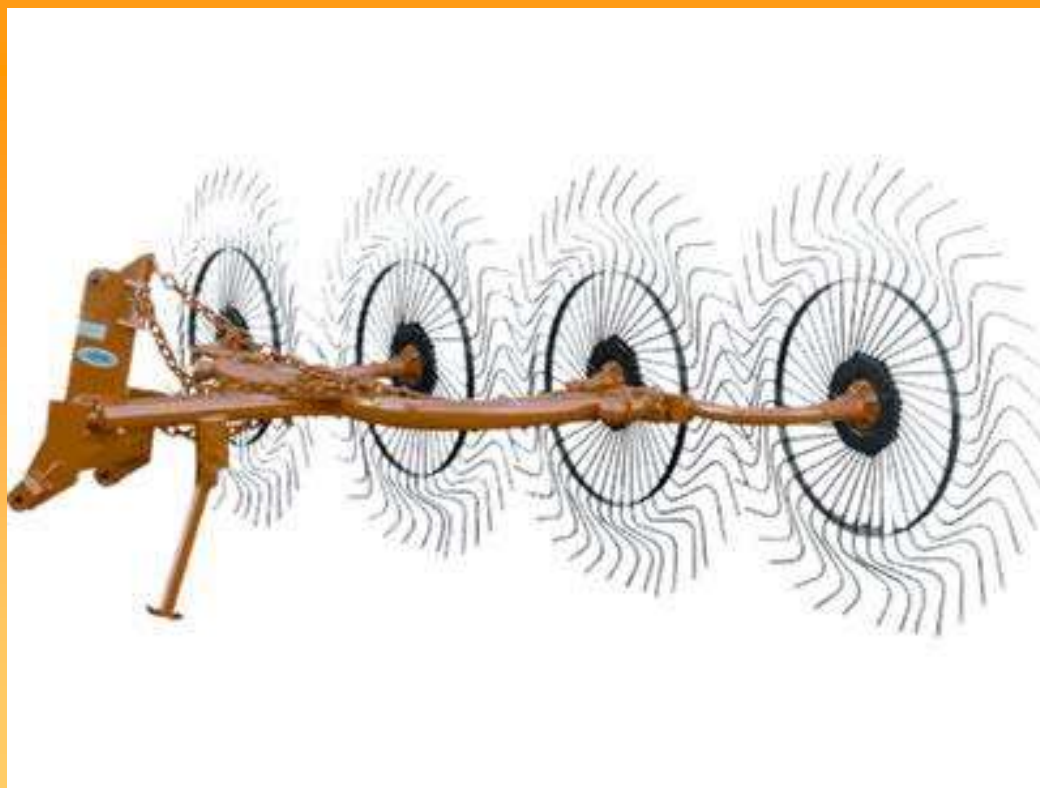
Máquinas utilizadas no revolvimento do feno para secagem uniforme e formação de leiras para o posterior enfardamento.



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Ancinhos

Ancinhos Rotativos Verticais – são os mesmos utilizados no enleiramento de resíduos de colheita de cana-de-acúcar.



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Ancinhos rotativos Verticais



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Ancinhos Horizontais

Máquinas especiais para a manipulação de feno, com várias combinações de mecanismos e diversas possibilidades de regulagem, o que as tornam mais interessantes para tal atividade.



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Ancinhos Horizontais



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Ancinhos Horizontais



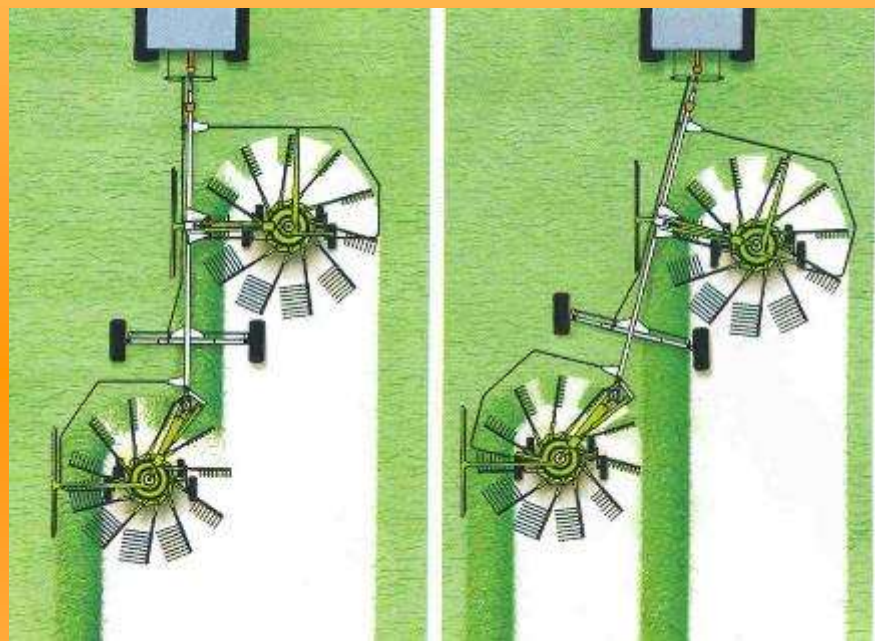
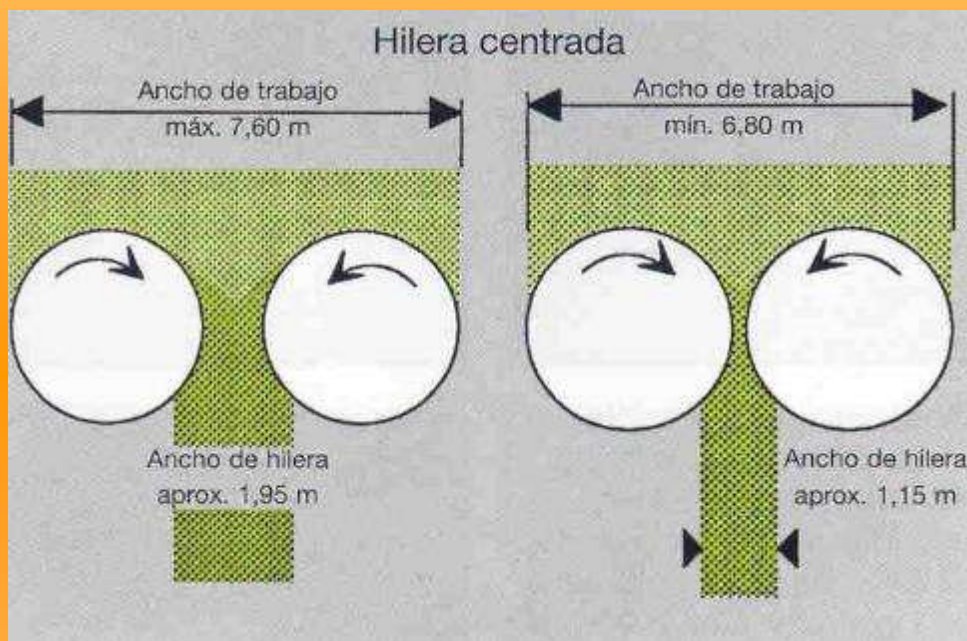
3.2 MÁQUINAS PARA MANUPULAÇÃO

Ancinhos Horizontais



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Ancinhos Horizontais



Regulagens:

- ✓ Altura de trabalho – rodas de apoio, 3º ponto;
- ✓ Posicionamento e inclinação dos garfos;
- ✓ Posicionamento dos rotores para formação de leiras.

3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Ancinhos de Entrega Lateral



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

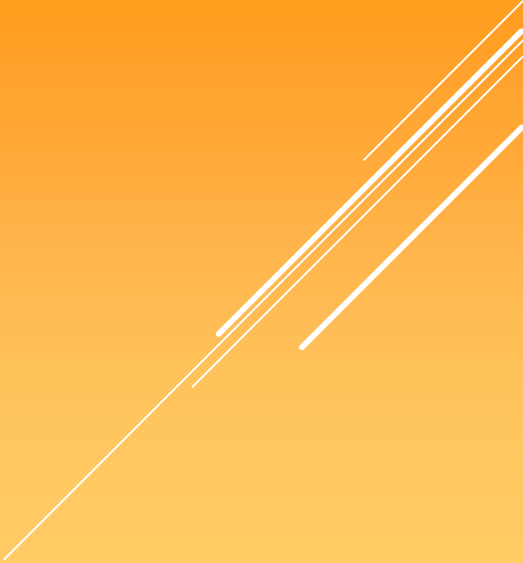
Ancinhos

Video 2

3.2 MÁQUINAS PARAMANIPULAÇÃO

Enfardadoras

Máquinas que coletam o feno e o embalam sob pressão em pacotes (fardos), proporcionando maior eficiência no manuseio para transporte e armazenamento.



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Enfardadoras

Enfardadoras de Fardos
Prismáticos
(Paralelepípedos)

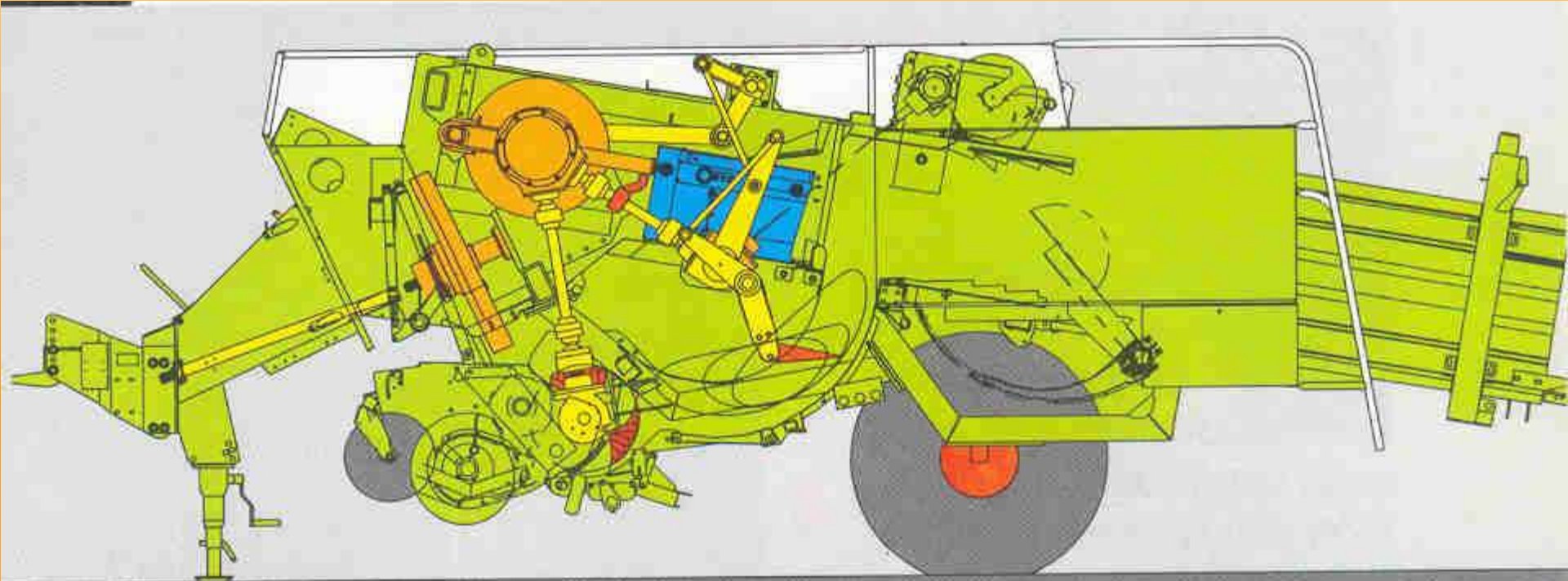


3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Enfardadoras



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Enfardadoras

Video 3

3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

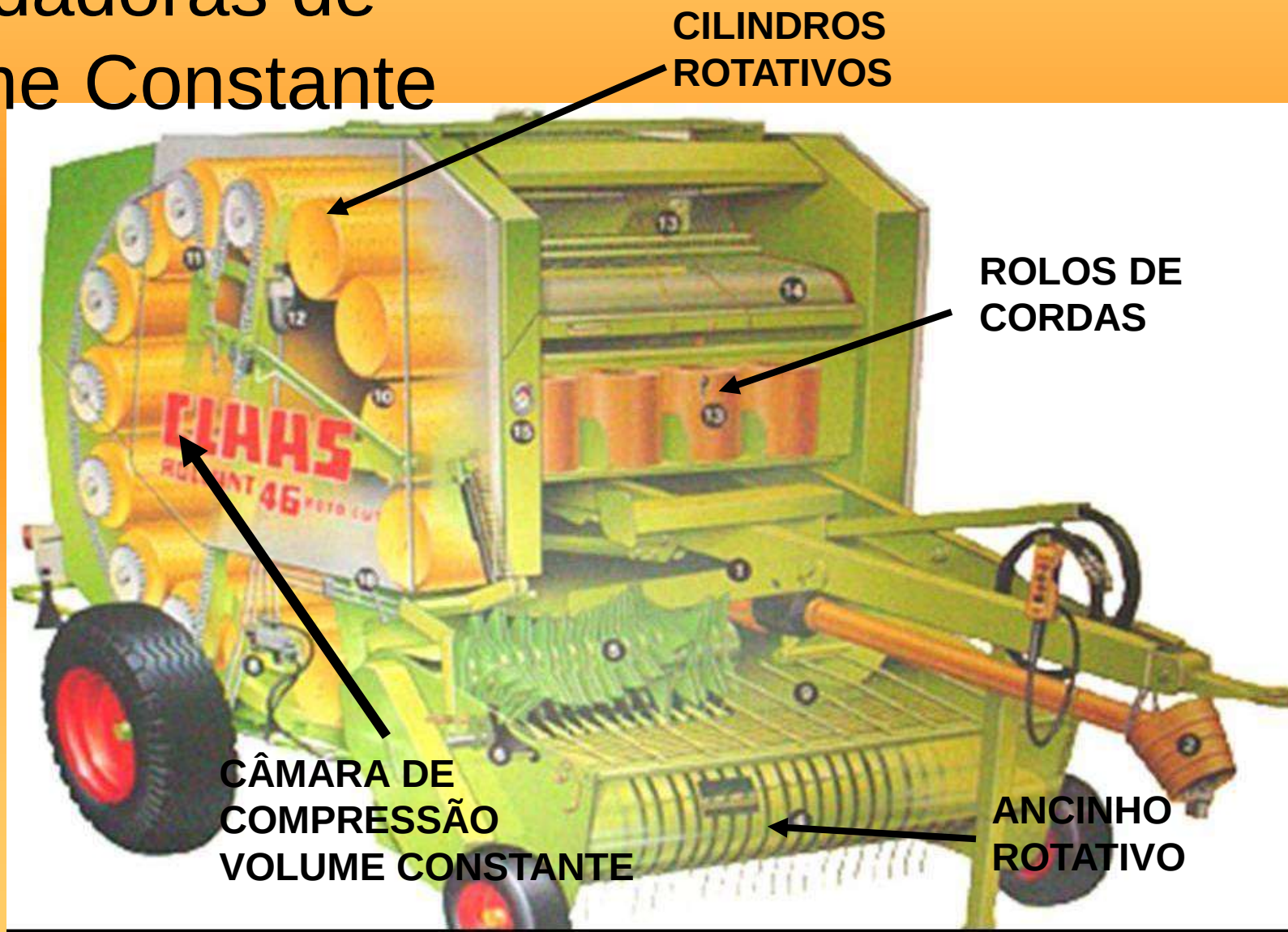
Enfardadoras

Enfardadoras de Fardos
Cilíndricos



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Enfardadoras de Volume Constante



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Enfardadoras de Volume Variável



3.2 MÁQUINAS PARA MANIPULAÇÃO

Enfardadoras

Video 4

3.3 MÁQUINAS PARA ARMAZENAGEM

Carregamento e Transporte



3.3 MÁQUINAS PARA ARMAZENAGEM

Carregamento e Transporte



3.3 MÁQUINAS PARA ARMAZENAGEM

Carregamento e Transporte

Video 5

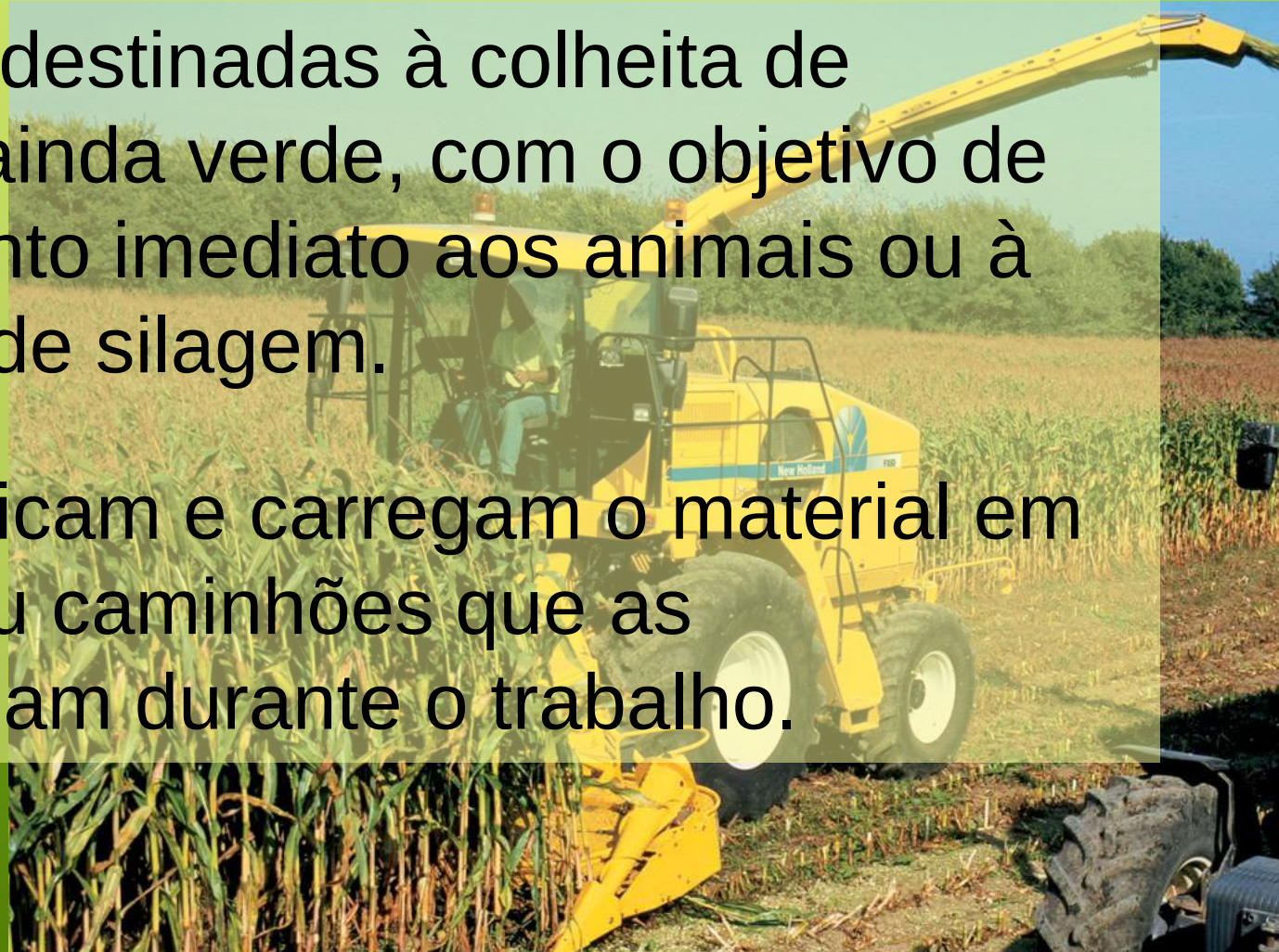
Several thin, parallel white lines of varying lengths and angles are positioned in the bottom right corner of the slide, creating a dynamic, abstract graphic element.

4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Colhedoras de Forragem

Máquinas destinadas à colheita de forragem ainda verde, com o objetivo de fornecimento imediato aos animais ou à produção de silagem.

Colhem, picam e carregam o material em carretas ou caminhões que as acompanham durante o trabalho.



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Colhedoras de Forragem

Tipos de Colhedoras/Recolhedoras:

- ✓ Colhedora/Picadora – de 1 e 2 linhas, montada
- ✓ Recolhedora/Picadora - montada
- ✓ Colhedora/Picadora – autopropelida
- ✓ Picadora – estacionária, montada (tratorizada) ou elétrica

4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

**Colhedora/Picadora – de 1 e 2 linhas,
montada**



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Recolhedora/Picadora - montada



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Colhedora/Picadora/Recolhedora – autopropelidas



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Picadora – estacionária, montada (tratorizada) ou elétrica



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Processos Básicos de Recolhimento e Picamento

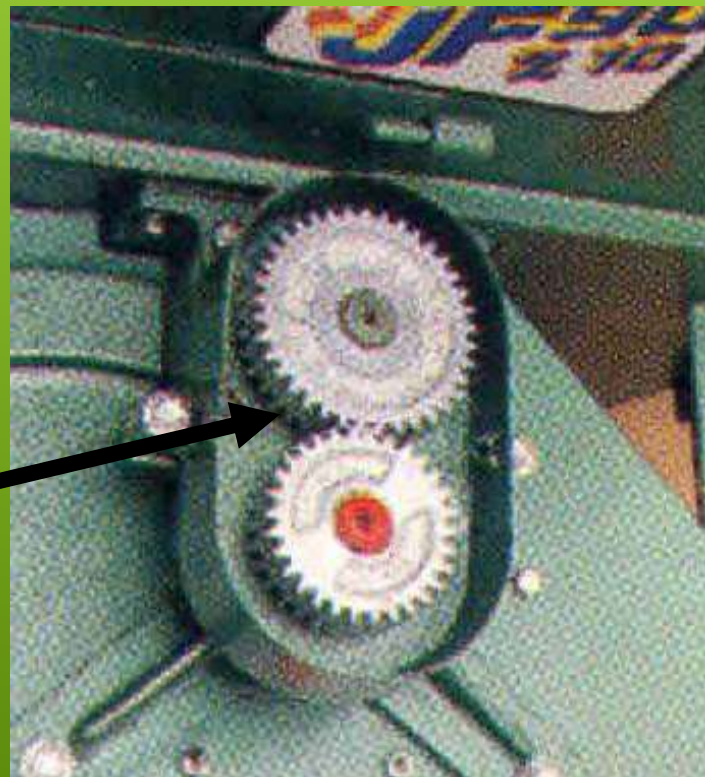
Dispositivo de Alimentação



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Processos Básicos de Recolhimento e Picamento

Dispositivo de Corte



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Processos Básicos de Recolhimento e Picamento

Dispositivo de Corte

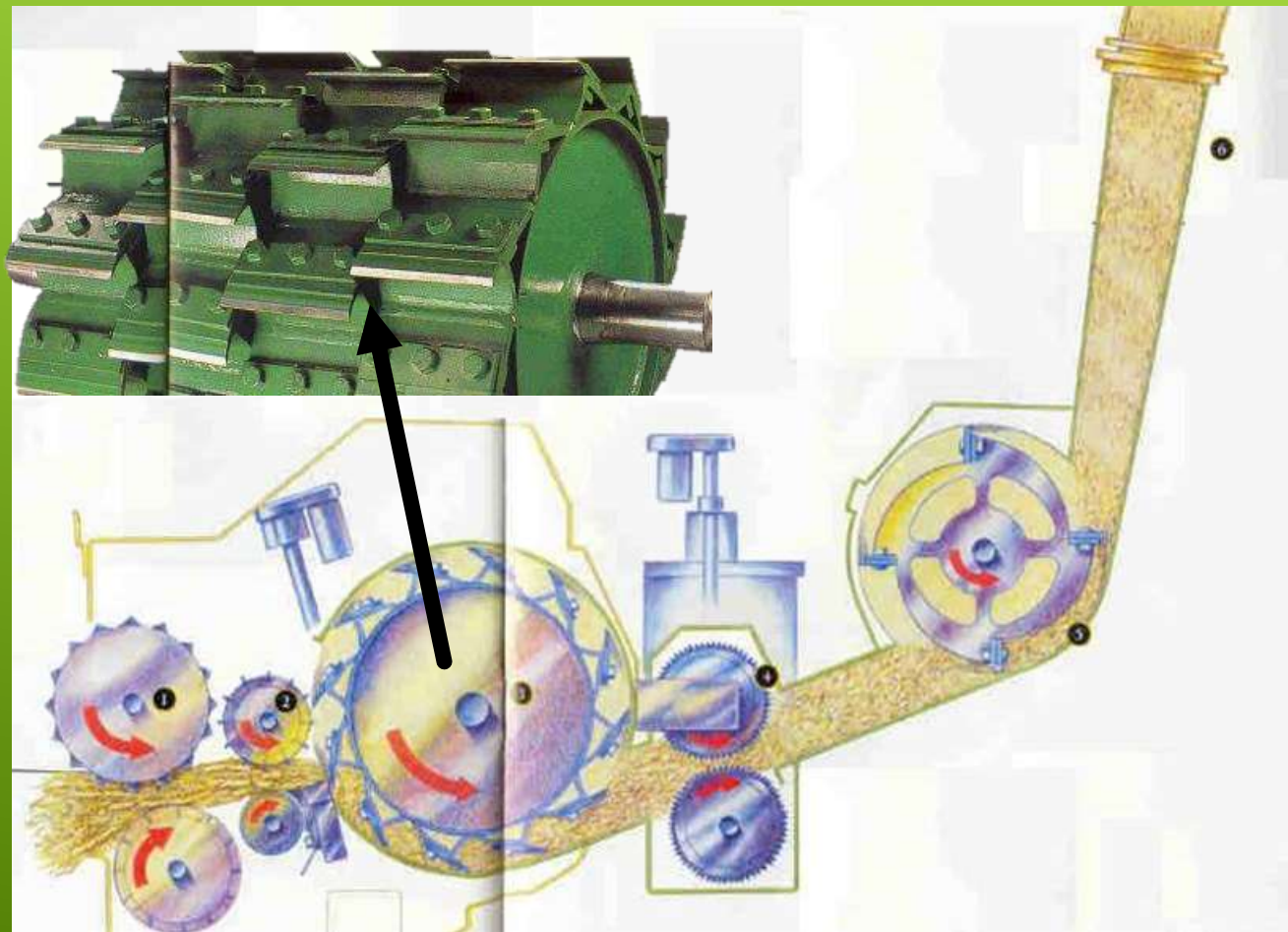


Regulagens

- ✓ Número de Facas
- ✓ Rotação

4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Processos Básicos de Recolhimento e Picamento



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Aspectos da Forragem Picada

Cana-de-Açúcar



Milho

4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Video 6

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

4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Aspectos da Operação de Colheita



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Aspectos da Operação de Colheita



4 MÁQUINAS PARA ENSILAGEM

Video 7

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

BIBLIOGRAFIA INDICADA

BALASTREIRE, L. A. Máquinas agrícolas. Colheita. In:_____. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. Cap.8, p.269-307.

EXERCÍCIOS PARA AVALIAÇÃO

Serão objetos de avaliação (como modelos) os exercícios que constam dos próximos três slides deste material e aqueles numerados de 4 a 11, encontrados na página 306 da bibliografia indicada

EXERCÍCIO 1

Um picador de forragem, do tipo facas radiais, pode ser equipado com um total de 10 facas e é acionado pela TDP dos tratores agrícolas. O fabricante fornece 6 engrenagens que podem ser associadas entre si, que possuem 40, 33, 25, 16, 12 e 8 dentes. Com a utilização das engrenagens de 40 dentes na entrada e 33 dentes na saída de movimento e com as 10 facas no rotor, produz-se partículas de forragem com comprimento médio de 11mm. Sabendo que a velocidade de alimentação é constante, determine:

- a) A velocidade de alimentação;
- b) O tamanho das partículas obtidas (“tamanho de corte”), quando associadas as engrenagens 25 dentes na entrada e 33 dentes na saída e 4 facas no rotor.

EXERCÍCIO 2

As informações abaixo são hipotéticas e referem-se a capineiras destinadas a produção de feno:

	Produtividade (t/ha)	Umidade Verde (%)	Umidade Seco (%)
Capineira 1	25	65	23
Capineira 2	32	72	25

As informações a seguir referem-se a 3 enfardadoras. A largura de trabalho refere-se à largura da faixa enleirada pelo ancinho utilizado. Considere para todas elas que a eficiência de campo é de 65%.

	Dimensão dos Fardos (m)			Massa Média do Fardo(kg)	Velocidade Deslocamento (m/s)	Largura Trabalho(m)
	Comprimento	Altura	Larg/Diam			
E1	0,40	0,35	0,92	19	0,93	1,50
E2	1,80	0,70	1,15	246	1,04	4,12
E3	1,35	-x-	0,93	165	0,75	2,15

Para estas condições, determine:

- A massa de feno produzida, por hectare, para cada uma das capineiras;
- A densidade dos fardos para as enfardadoras;
- O número de fardos produzidos por hectare para cada uma das enfardadoras, em cada uma das capineiras;
- A capacidade de campo de cada enfardadora, expressa em ha/h e em fardos/h.

EXERCÍCIO 3

Uma cultura de milho para forragem, semeada com espaçamento de 0,7m entre linhas, no ponto de colheita possui massa média de 46t/ha. A colheita será realizada com uma forrageira de 1 linha, com velocidade de deslocamento de 1,3m/s e o material colhido será colocado em carretas com capacidade de 7,5m³. Considerando que a densidade da forragem picada é de 0,83t/m³ e a eficiência de campo do sistema é de 85%, determine;

- a) A carga (em massa) de cada carreta;
- b) A distância percorrida para completar cada carga;
- c) O tempo de carga de cada carreta;
- d) O tempo necessário para colheita de 1 ha;
- e) Quantas cargas serão colhidas por hectare.

