

# Tecnologia dos Alimentos para Animais

Mestrado em Engenharia Zootécnica - Produção Animal  
Ano Letivo 2025/2026

Cátia Falcão Martins  
catiamartins@isa.ulisboa.pt



# Fenação

- Conservação de forragens pela perda de água, sobretudo à custa da energia solar, com secagem parcial ou total no campo.
- Início do processo (Corte da forragem) → 70 a 80 % de humidade
- Final do processo → 15 a 20% de humidade
- As forragens secas são recolhidas (normalmente, enfardadas) e armazenadas.



# CORTE DA FORRAGEM

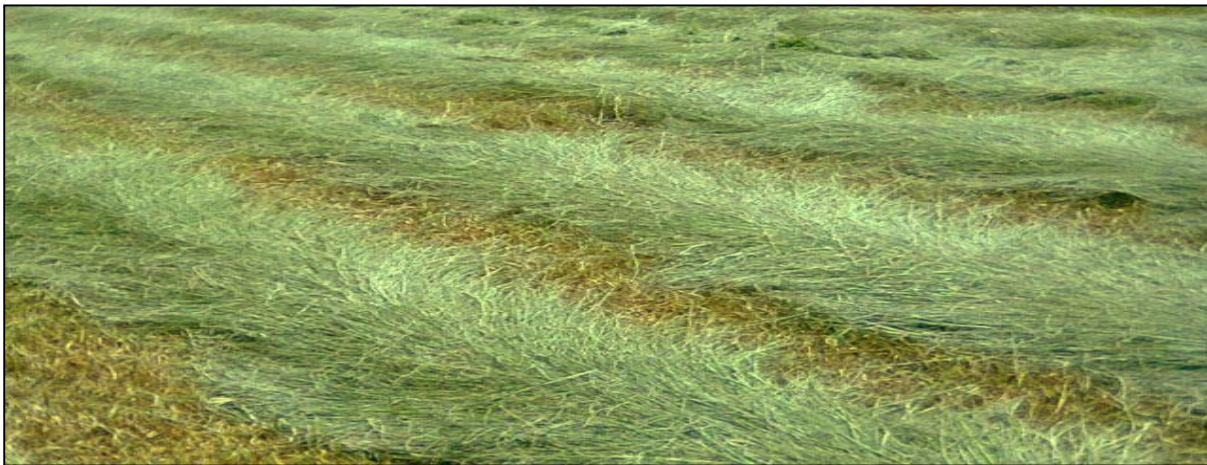
- Decisão do momento de corte
  - Estado de maturação da planta
  - Condições meteorológicas
- Maquinaria necessária: Gadanheira





# Fenação - Dessecação

- A perda de água deve ocorrer o mais depressa possível para reduzir as perdas de MS e de valor nutritivo.
- A dessecação serve para limitar a atividade enzimática e, consequentemente, o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais.
- Quando maior a MS, menor é a quantidade de água a retirar, mas mais difícil é retirá-la (água intersticial).



# Reviramento e Espalhamento. Duração

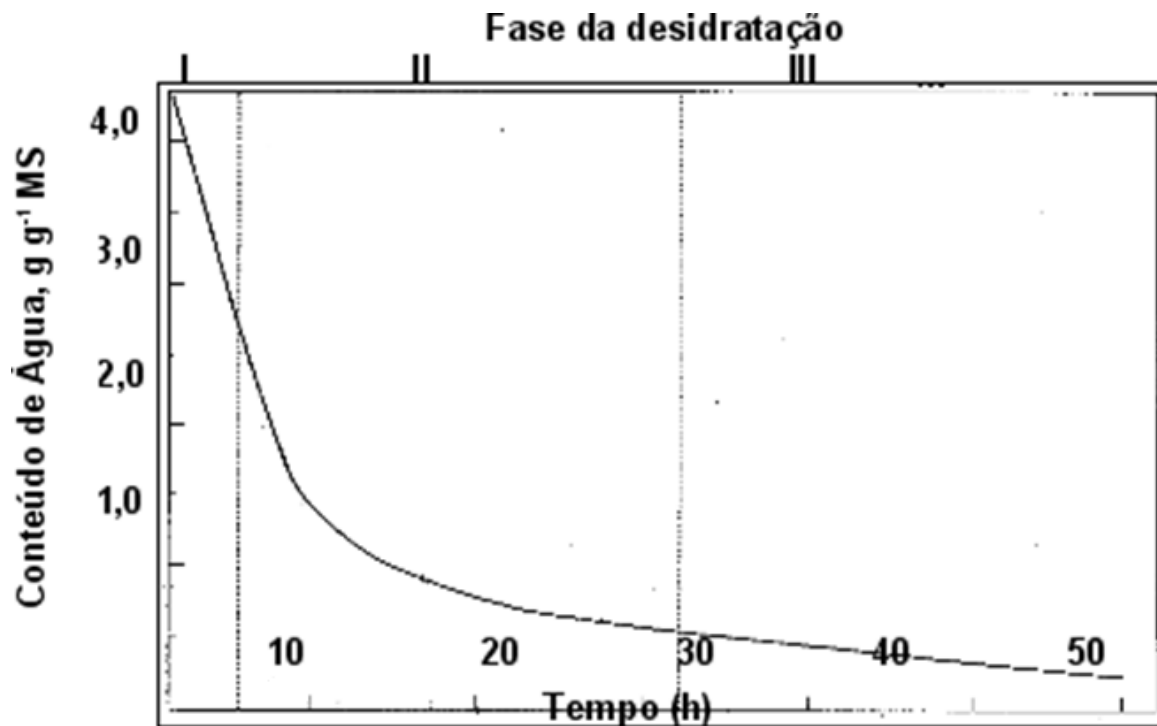
- A forragem é revirada e espalhada, aumentando-se assim a sua superfície de evaporação.
- 3 a 8 dias para atingir a secagem desejada  
(Importância da previsão meteorológica)

# Duração da Dessecação

- O processo de secagem no campo pode ser acelerado:  
Uso de **Gadanheira Condicionadora** → trituram parcialmente a forragem, acelerando o processo de evaporação.  
(Vantagens vs. Desvantagens)



# Processo de Dessecação



O processo de dessecação não é uniforme!

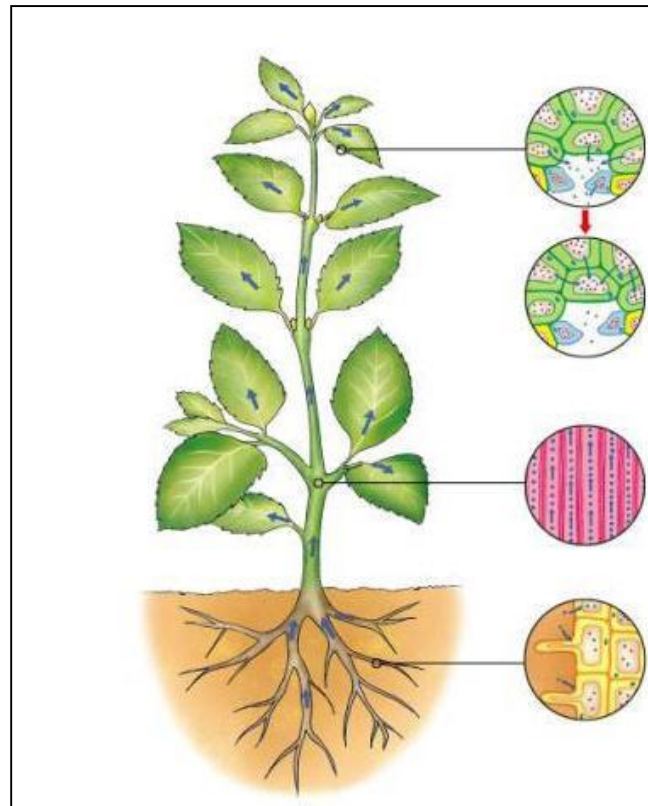
Figura 1. Curva de secagem de plantas forrageiras em condições ambientais uniformes.

Fonte: adaptado de Jones & Harris (1979).

- Fase I – Fase rápida
- Fase II – Fase intermédia
- Fase III – Fase lenta

# Processo de Dessecação

- A velocidade da perda de água é diferente se tivermos a considerar a planta inteira ou as folhas e os caules em separado.
- As folhas da planta secam mais rapidamente, têm facilidade em perder água pelos estomas.





# Fatores que afetam a dessecação

- A) Características das plantas
- B) Distribuição da forragem cortada no terreno
- C) Condições ambientais

# Fatores que afetam a dessecação

## A) Características das plantas

- Estado de desenvolvimento da forragem

Condiciona:

- Teor de água
- Composição morfológica (relacionado com proporção caules/folhas)
- Valor nutritivo e alimentar

# Fatores que afetam a dessecação

## A) Características das plantas

- Cutícula (dificulta a dessecação)
- Teor de hidratos de carbono solúveis elevado (dificulta a saída de água)

# Fatores que afetam a dessecação

## B) Distribuição da forragem cortada no terreno

- Relação superfície de exposição/superfície de evaporação
- Espessura, densidade e a manipulação dos cordões  
(condicionamento, espalhamento, reviramento e encordoamento)



# Fatores que afetam a dessecação

## B) Distribuição da forragem cortada no terreno

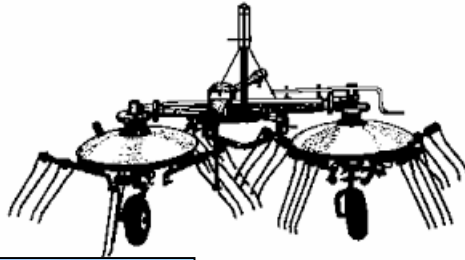
- Zonas Clima húmido **versus** Zonas Clima seco





# Fatores que afetam a dessecação

## Virador-Juntador



# Fatores que afetam a dessecação

## C) Condições ambientais

- Radiação solar;
- Temperatura do ar;
- Humidade relativa;
- Vento (favorece a evaporação até valores de 2,2 m/s à superfície da forragem);
- Humidade do solo.

# Enfardamento

- Quando a forragem atinge 30 a 40% de água deve ser encordoada e depois procede-se à operação de enfardamento.
- Quando maior for o fardo, menor deverão ser os teores de água na forragem.



A inativação das enzimas e a redução do desenvolvimento de bactérias, leveduras e fungos apenas se consegue com teor de água  $<15\%$ .

# Enfardamento

“Se ao fecharmos a forragem na mão com força ela quebrar quase na totalidade, e ao abrir a mão não tiver tendência a voltar à forma inicial, então devemos **enfardar**”.





# Enfardadeira





# Enfardamento



Fardos paralelepípedicos de pequenas dimensões (15-30 kg)



# Enfardamento



Fardos paralelepípedicos de grandes dimensões

# Enfardamento



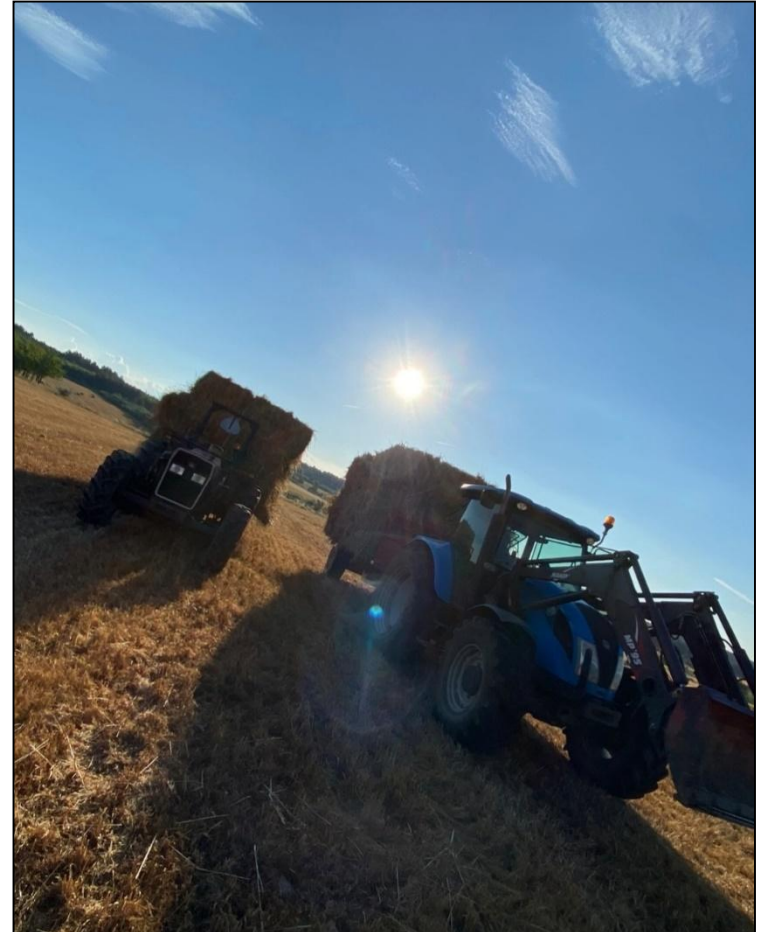
Fardos cilíndricos





# Carregamento de fardos

## Carregamento a partir do terreno



# Carregamento de fardos

## Carregamento a partir do terreno





# Carregamento de fardos

Carregamento direto a partir da enfardadeira



# Armazenamento de fardos

- Os fardos devem ser armazenados em condições que evitem o seu humedecimento:
  - Sob abrigo
  - Ao ar livre

# Armazenamento de fardos (Sob abrigo)





# Armazenamento de fardos (Ao ar livre)





# Armazenamento de fardos (Ao ar livre)

O armazenamento ao ar livre envolve perdas consideráveis e, como tal, devem-se considerar as seguintes medidas:

- Colocar os fardos sobre paletes;
- Envolver os fardos com plástico para evitar a infiltração de água.





# Armazenamento de fardos

Consequências do **mau armazenamento** devido ao rehumedecimento do feno → Leva à **putrefação** do feno por fungos



# Fenação - Principais tipos de perdas

## A) Perdas no campo

### Perdas por respiração

(ocorrem com teores de água da forragem superiores a 40%)

- A planta depois de cortada continua a respirar e vai consumir os hidratos de carbono solúveis.
- Este tipo de perda é mais frequente em forragens com maior teor de hidratos de carbono solúveis, maior teor de água e com temperaturas mais elevadas.
- Resultam em: Diminuição dos hidratos de carbono solúveis e, conseqüentemente, existe diminuição da digestibilidade do feno.

# Fenação - Principais tipos de perdas

## A) Perdas no campo

### Perdas por ocorrência de precipitação (Lixiviação)

- Há arrastamento dos constituintes solúveis (açúcares, compostos azotados não proteicos, minerais e vitaminas) e o valor nutritivo vai ser alterado;
- São tanto mais elevadas quanto maior o período e intensidade da chuva e quanto mais adiantada se encontrar o processo de dessecação (quanto menor for o teor de água da forragem).
- Podem ser agravadas em forragens sujeitas ao condicionamento.

# Fenação - Principais tipos de perdas

## A) Perdas no campo

### Perdas mecânicas ou físicas

- Perda de partes das plantas ao longo de todo o processo  
(elemento com maior perda = folhas)

Este tipo de perdas depende de:

- Material a ferrar

(Perdas maiores na fenação de leguminosas)

# Fenação - Principais tipos de perdas

## A) Perdas no campo

### Perdas mecânicas ou físicas

Este tipo de perdas depende de:

- Tecnologia usada
  - A forragem não deve ser revirada quando o teor de água for baixo;
  - O aumento do número de operações aumenta as perdas mecânicas;
  - O enfardamento em fardos de maiores dimensões reduz estas perdas.

# Fenação - Principais tipos de perdas

Tabela – Efeito da precipitação sobre as perdas no Feno de Luzerna (floração)

<b>Perdas (%)</b>	<b>Sem precipitação</b>	<b>25 mm</b>	<b>42 mm</b>	<b>64 mm</b>
Perda de folhas	7,6	13,6	16,6	17,5
Lixiviação e metabolismo enzimático	2,0	6,6	30,1	36,9
<b>TOTAL</b>	9,6	20,2	46,6	54,4

Fonte: Kellems, R.O. & Church, D.C. 2001



# Fenação - Principais tipos de perdas

## B) Perdas de armazenamento

- Aumentam proporcionalmente com o teor de água com que o feno é armazenado.
- Estas perdas são agravadas em condições de elevadas temperaturas ( $> 20^{\circ}\text{C}$ ) e elevadas humidades relativas ( $> 70\%$ ), com risco de aparecimento de bolores.
- Fardos cilíndricos, em abrigo: 2,5 - 3,8% de perdas
- Fardos cilíndricos, ao ar livre: 9 - 15% de perdas



# Métodos usados para acelerar a secagem do feno

## No campo:

- Condicionadores mecânicos: existe rompimento da cutícula, o que duplica a taxa de perda de água por hora;
- Condicionadores químicos: produtos à base de carbonato de potássio têm sido usados em leguminosas;

# Métodos usados para acelerar a secagem do feno

## Quando não existem condições de secagem no campo:

- Secagem forçada por ventilação em abrigo (com ar quente ou frio):  
permite recolher forragem com 30-40% de água
- Armazenamento de feno húmido (25-30% de água) com aplicação de conservantes

# Períodos de Fenação em Portugal

Regiões de menor precipitação: Abril a Julho

Regiões de montanha: Julho a Agosto ou início de Setembro



# Qualidade dos Fenos

	Qualidade		
Parâmetros	Boa	Média	Baixa
MS (%)	90	85	80
PB (% na MS)	15	10	5
Dig. MO (%)	65	55	50
EM (MJ/kg MS)	10,5	9,0	8,0



# Composição química e Valor energético – Feno de Azevém

VRF <sup>1</sup>	MS (%)	PB (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	UFI <sup>2</sup>	UFC <sup>2</sup>
Excelente (>151)	91,9	20,5	41,9	27,2	5,69	0,93	0,87
Primeira (125-151)	90,5	18,7	48,1	29,7	4,82	0,88	0,81
Segunda (103-124)	89,1	14,7	52,7	32,6	4,45	0,82	0,76
Terceira (87-102)	89,1	10,5	57,9	35,8	4,58	0,76	0,69
Quarta (75-86)	88,7	10,6	63,4	38,3	4,96	0,70	0,63
Quinta (<75)	89,1	9,4	70,6	47,5	8,04	0,61	0,54

Fonte: FEDNA

1 VRF (Valor relativo de forragem) =  $[(88,9 - (0,779 \times \text{ADF}\%)) \times (120/\text{NDF}\%)] / 1,29$

2 Segundo INRA (1988)

# Utilização de Fenos na Alimentação Animal

## Atributos positivos:

- Facilidade de manipulação e utilização na dieta;
- Menores riscos de distúrbios alimentares.

## Atributos desfavoráveis:

- Reduzido valor alimentar, em digestibilidade, valor proteico e ingestibilidade (principalmente em más condições de fenação)

# Bibliografia

- Bruno-Soares, A. M. 1997. Elaboração de Silagens e avaliação da sua qualidade. Tecnologia da Conservação e Beneficiação de Forragens. Departamento de Produção Animal e Alimentação, ISA, UL.
- Kellems, R.O. and Church, D.C. 2001. Roughages. In Livestock – Feed and Feeding (5 th Edition). Kellems, R.O. and Church, D.C., pp. 117-165.
- Moreira, N. 2002. Agronomia das Pastagens e Forragens. UTAD, Vila Real.