

# Tecnologia dos Alimentos para Animais

Mestrado em Engenharia Zootécnica - Produção Animal  
Ano Letivo 2024/2025

Cátia Falcão Martins  
[catiamartins@isa.ulisboa.pt](mailto:catiamartins@isa.ulisboa.pt)

# Qualidade do Processo de Ensilagem

## 3 Condições que garantem a qualidade da Ensilagem:

- As bactérias lácticas têm de estar presentes em quantidade suficiente e devidamente distribuídas no interior do silo;
- O teor em água tem de ser o adequado para o perfeito desenvolvimento das bactérias lácticas;
- A forragem tem de ter um elevado teor de açúcares solúveis.

# Qualidade do Processo de Ensilagem

A Qualidade do Processo de Ensilagem depende da:

→ Qualidade da Forragem

→ Técnica de Ensilagem

# Qualidade da Forragem

- Os 3 parâmetros mais importantes a ter em conta na avaliação do potencial de ensilagem da forragem são:
  - MS
  - Açúcares solúveis
  - Capacidade tampão

# Qualidade da Forragem

## Matéria Seca (MS)

### Teor reduzido de MS:

- Atividade clostrídica mais marcada
  - Arrastamento de grandes quantidades de ácidos e nutrientes de elevado valor alimentar para o exterior do silo
- 
- Limite mínimo de **20%** de MS para o sucesso da ensilagem;
  - A MS da forragem pode ir até aos **50%**, sem que haja prejuízo da qualidade fermentativa.

# Qualidade da Forragem

## **Matéria Seca (MS)**

- Ideal: entre 30 a 35 % de MS

Atenção a alguns fatores de risco - Reduzida MS:

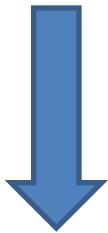
- Forragem num estado fenológico muito jovem;
- Leguminosas ou gramíneas muito fertilizadas com N;
- Tempo húmido e nublado;
- Forragem cortada com baixas temperaturas ou ao início da manhã.

# Qualidade da Forragem

## Açúcares Solúveis

### 1) Família Botânica

Leguminosas – Têm menor teor de açúcares solúveis, comparativamente com as gramíneas, para qualquer estado vegetativo



As leguminosas são mais difíceis de ensilar

- Plantas com teores elevados de açúcares solúveis na fase de corte ( $\geq 12\%$  na MS), apresentam-se mais favoráveis a este método conservativo.

# Qualidade da Forragem

## Açúcares Solúveis

### 2) Condições de Crescimento

- Temperatura e Luminosidade elevadas favorecem a sua síntese;
- Precipitação forte e concentrada pode reduzir em mais de 50% este teor;  
O mesmo acontece em períodos prolongados de seca.

# Qualidade da Forragem

## Açúcares Solúveis

### 3) Estado fenológico

- Este teor atinge o valor máximo no emborrachamento/início do espigamento (gramíneas) e no início da floração (leguminosas).

# Qualidade da Forragem

## Açúcares Solúveis

### 4) Manejo da forragem

Fertilização: Elevadas taxas de adubação azotada conduzem a um aumento da concentração de azoto na forragem e a um decréscimo no teor de hidratos de carbono solúveis

Densidade: elevadas densidades de sementeira conduzem a forragens com menores teores de açúcares solúveis

# Qualidade da Forragem

## Capacidade Tampão

Forragens com elevada capacidade tampão:

- Oferecem maior resistência à redução de pH
- Aumentam a quantidade de ácido láctico necessária para promover o abaixamento de pH desejável
- Aumentam o consumo de açúcares solúveis

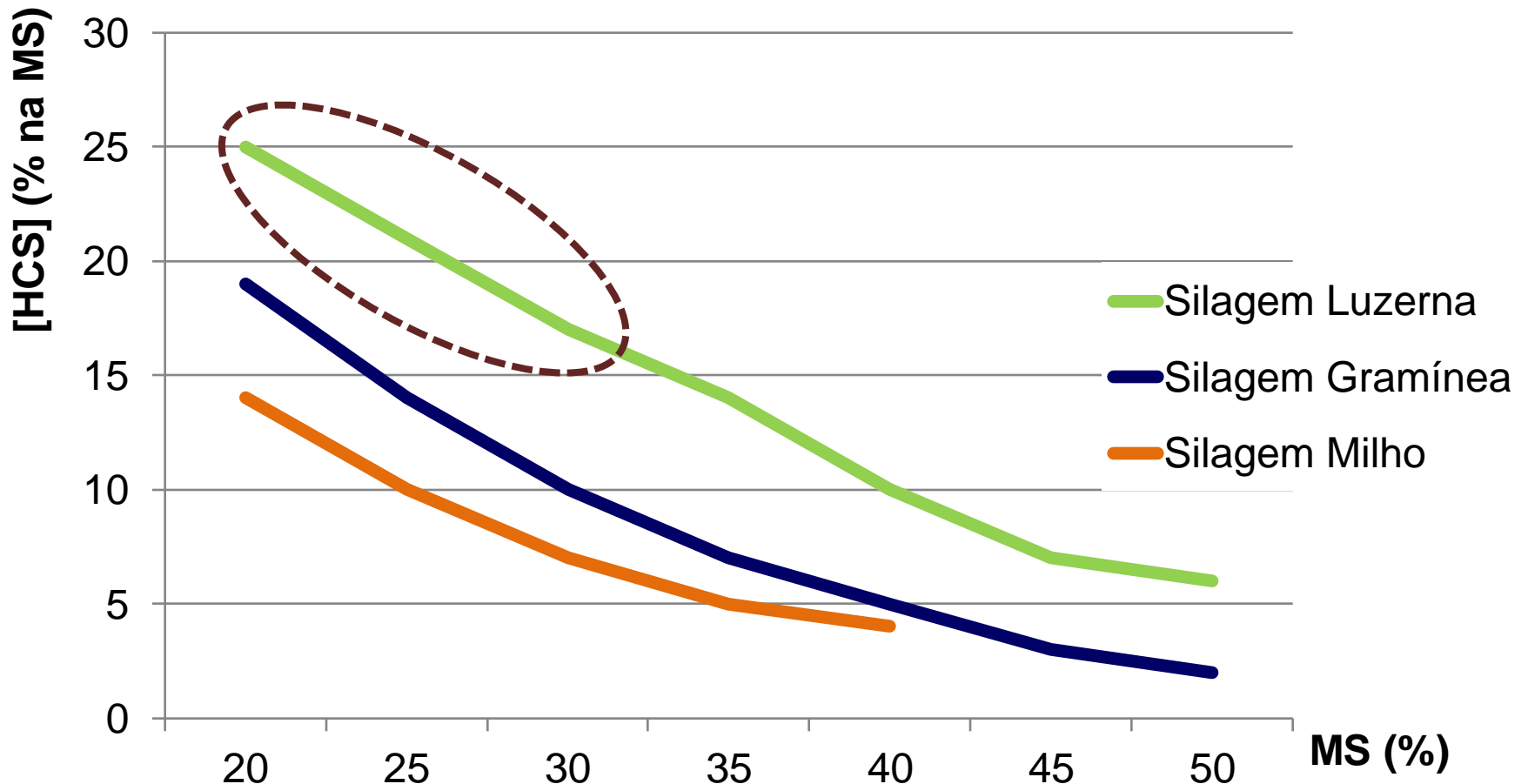
Leguminosas têm maior capacidade tampão do que as gramíneas



Fraco potencial de ensilabilidade

# Qualidade da Forragem

Concentração inicial de Hidratos de carbono solúveis necessária para uma fermentação adequada a diferentes níveis de MS (Adaptado de Pitt, 1990)



# Qualidade da Forragem

**Espécie  
forrageira**

**Condições de  
crescimento**

**Maneio da  
forragem**

**Época de corte  
ideal**

**Estado  
fenológico da  
forragem**

**MS**

**Açúcares  
solúveis**

**Poder tampão**

# Qualidade da Forragem

pH	Teor de MS(%)				
	15	20	25	30	35
<3,6					
3,6-3,8					
3,8-4,0					
4,0-4,2					
4,2-4,4					
4,4-4,6					
4,6-4,8					
>4,8					

Fonte: Lallemand, 2003

# Perdas durante o processo de Ensilagem

Os processos fermentativos que têm de se desenvolver na ensilagem levam sempre a uma perda de MS – um valor mínimo de 10%, no caso de uma boa ensilagem.

Existem sempre perdas!!!!

# Perdas durante o processo de Ensilagem

## Distribuição das perdas:

- Perdas no Campo (restolhos e material não colhido)
- Perdas por oxidação ou Respiração das plantas
  - Consumo de açúcares na respiração, logo após o corte e na fase de enchimento dos silos
  - Perdas que podem representar 3 a 12% (registrando-se valores mais elevados em forragens com pré-secagem no campo)

# Perdas durante o processo de Ensilagem

## Distribuição das perdas:

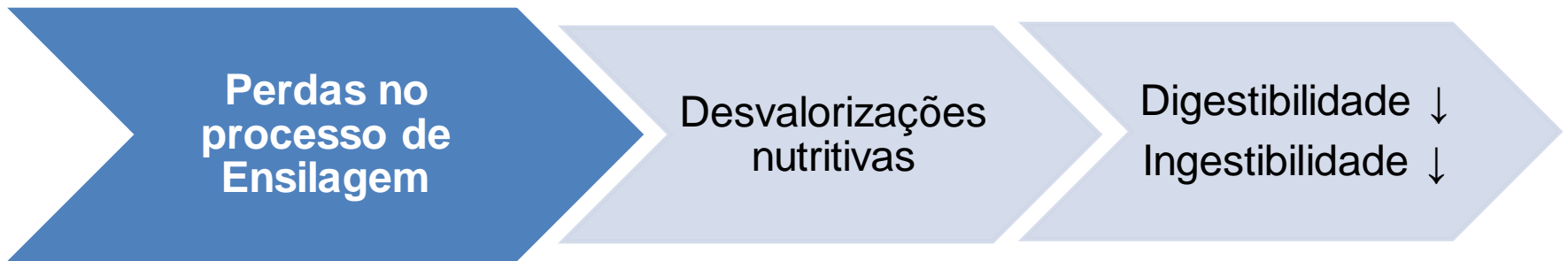
- Perdas por efluentes
    - Juntamente com a água são arrastados açúcares, frações azotadas solúveis, minerais, vitaminas e ácido láctico.
    - Forragem com 15% MS → 200-250 L efluente/ton de erva ensilada
    - Risco ambiental grande (recolher em tanques/fossas)
    - Quanto maior for a MS, menores serão as perdas de efluentes
- Forragem com 30% MS → perdas de efluentes muito reduzidas

# Perdas durante o processo de Ensilagem

## Distribuição das perdas:

- Perdas por fermentações
- Perdas no Silo

# Valor Alimentar das Silagens



# Valor Alimentar das Silagens

## Digestibilidade da Matéria Orgânica

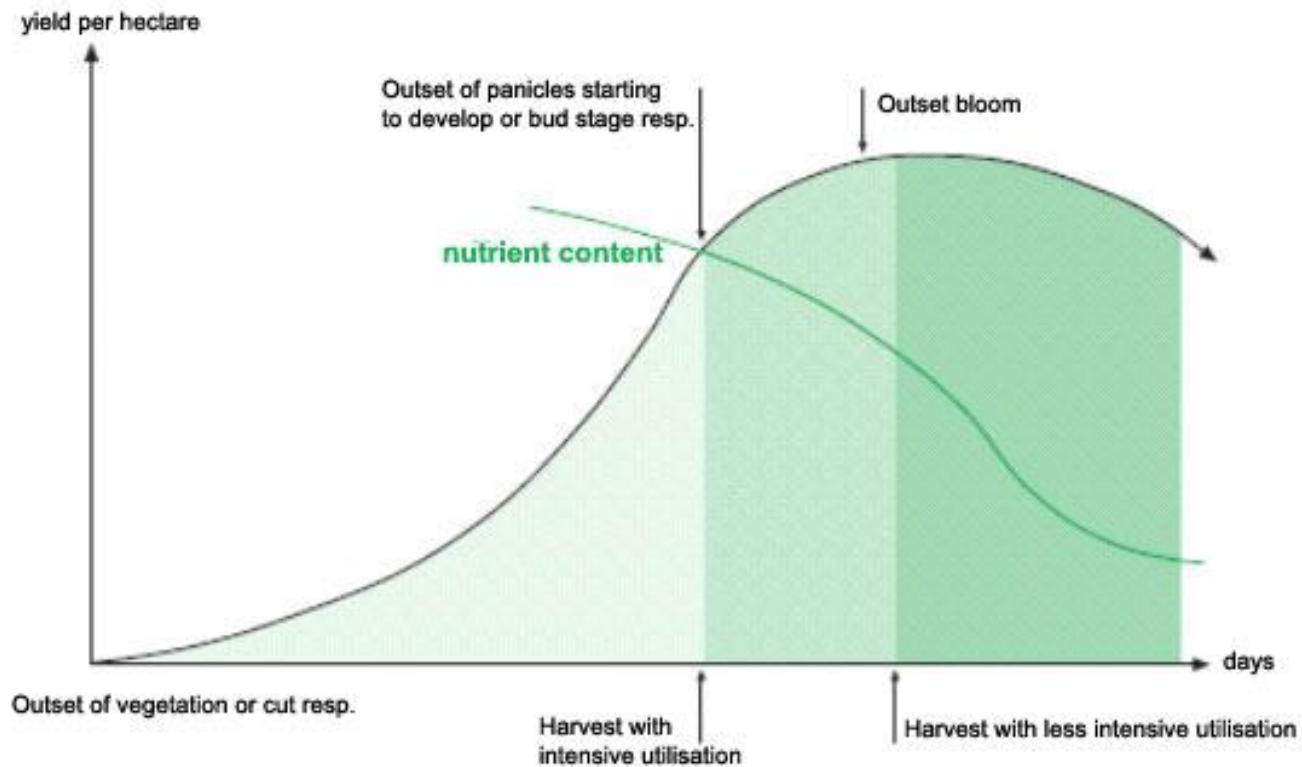
Não existem diferenças entre a digestibilidade antes e depois da conservação.

→ O decréscimo energético (associado ao consumo de açúcares solúveis) é compensado pelos produtos de reação (AGV e alcoóis)

- Diferenças observadas em silagens de leguminosas (são menos ricas em açúcares solúveis)
- Em situações de corte tardio, a silagem de gramíneas é mais penalizada (muitos compostos parietais presentes)

# Qualidade da Forragem

## Effects of the cutting time on the quality of the grass silage



# Valor Alimentar das Silagens

## Digestibilidade das Matérias Azotadas

- No processo de ensilagem há degradação progressiva do azoto proteico.

↑ Azoto não proteico

↓ Açúcares solúveis

No rúmen: ↑ Produção de amoníaco

## Má utilização do azoto da silagem

↑ Perdas urinárias

↓ Valor alimentar das forragens

# Valor Alimentar das Silagens

## Ingestibilidade

- Quantidade de MS ingerida ↓ (comparativamente com o fornecimento da forragem em verde), cerca de 30% mesmo em silagens de boa qualidade;
- Silagens de leguminosas (têm um pH ligeiramente superior ao das de gramíneas) → Têm maiores níveis de ingestibilidade

# Valor Alimentar das Silagens

## Ingestibilidade

O tamanho de corte das partículas influencia o nível de ingestão!

- Regulação da barra de corte e das facas de recorte é muito importante:

O tamanho tem de otimizar a relação entre anaerobiose e a ingestão por parte do animal

# Valor Alimentar das Silagens

## Ingestibilidade

### Fungos e Leveduras

Promovem o aparecimento de várias enzimas (sobretudo em condições de elevada temperatura), o que diminui a ingestão de silagens contaminadas.

# **Efeito do fornecimento de uma silagem de má qualidade ao animal**

## **Cetoses**

Silagens com elevados teores de ácido butírico; O ácido butírico é metabolizado pelo organismo do animal e conduz à produção de cetonas.

## **Envenenamento por nitratos**

Quando a silagem apresenta valores de pH relativamente elevados a degradação dos nitratos não se dá em toda a sua extensão. A ingestão destas silagens pode levar à morte do animal.

## **Listeriose**

Provocado pela bactéria *Listeria monocytogenes*, que se desenvolve em silagens com pH superior a 4,2.

# **Crêterios de Avaliação da Qualidade de Silagens**

## **EXAME SENSORIAL**

### **COR**

- Boa qualidade: Verde amarelada ou Verde acastanhada (dependendo do material ensilado)
- M  qualidade: Castanho escuro ou Preto

### **CHEIRO**

- Boa qualidade: Frutado e ácido (mas agradável), “cheiro a ácido láctico”
- M  qualidade: “cheiro a ácido butírico”, ranço ou açúcar queimado

### **TEXTURA**

- Boa qualidade: Firme e homog nea
- M  qualidade: separação da fração fibrosa e presença de bolores

# **Crêterios de Avaliação da Qualidade de Silagens**

## **ANÁLISE QUÍMICA**

- MS
- pH
-  cido acético e butírico
- Azoto solúvel
- Azoto amoniacal

# Critérios de Avaliação da Qualidade de Silagens

## ANÁLISE QUÍMICA DE UMA SILAGEM DE BOA QUALIDADE

MS	próximo de 30 %
pH	inferior a 4,5
Ácido butírico	ausência total
Ácido acético	Inferior a 2 % na MS
razão $N_{\text{amoniacal}}/N_{\text{Ttotal}}$	inferior a 10 %

# **Critérios de Avaliação da Qualidade de Silagens**

**Caso se desconfie da qualidade da silagem, é preferível investir na sua análise do que correr o risco de alimentar o animal com o produto de má qualidade!**

# Melhoria da Qualidade da Silagem

Pré-secagem (Feno-silagem)

OU

Uso de Aditivos



# Melhoria da Qualidade da Silagem

## FENO-SILAGEM

### Vantagens:

- Perda de Efluentes ↓
- Ingestibilidade ↑
- Fermentação butírica ↓
- Necessidade de uso de aditivos ↓

# Melhoria da Qualidade da Silagem

## FENO-SILAGEM

### Desvantagens:

- Perdas no campo ↑
- Fase aeróbia ↑
- Perdas por proteólise enzimática ↑

# Melhoria da Qualidade da Silagem

## ADITIVOS

Reduzem as perdas e aumentam o valor alimentar das silagens.

Os aditivos podem ser agrupados nos seguintes grupos:

- Estimulantes
- Inibidores
- Nutrientes
- Adsorventes

# Melhoria da Qualidade da Silagem

## **Aditivos estimulantes**

Objetivo: Tornar mais rápida e eficiente a fermentação láctica

Exemplo 1: Adição de culturas de ácido lácticas

### Características das culturas:

- Boa capacidade de crescimento em diferentes níveis de acidez;
- Culturas frescas e não congeladas;
- Têm de ser pulverizados em forma líquida aquando do recorte;
- Têm de ser específicas para o tipo de forragem.

# Melhoria da Qualidade da Silagem

## **Aditivos estimulantes**

Exemplo 2: Adição de açúcares solúveis

Exemplo 3: Adição de enzimas glucolíticas (permitem a hidrólise da celulose e hemicelulose, aumentando os açúcares solúveis)

# Melhoria da Qualidade da Silagem

## **Aditivos inibidores**

### Químicos

(Controlam as fermentações no silo, conduzindo à acidificação direta e rápida do meio)

Ex: Ácido sulfúrico; Ácido fórmico

### Bacteriostáticos

Ex: Formaldeído e diversos sais ácidos

# Melhoria da Qualidade da Silagem

## **Aditivos nutrientes**

- Produtos azotados não proteico (ureia e amoníaco)
- Micronutrientes

## **Aditivos adsorventes**

- Reduzem as perdas por efluentes em silagens com um elevado teor de água;
- Usam-se produtos fibrosos secos: palha, polpa de beterraba, grãos secos de destilarias.

# Melhoria da Qualidade da Silagem

## Qual o aditivo a utilizar?

Não existe um aditivo ideal para todas as circunstâncias. Todos têm diferentes modos de ação.

→ O(s) aditivo(s) a usar precisam de ser escolhido(s) cuidadosamente e aplicados com um propósito

(Retirar lucro a partir de um investimento) – Pesar se o uso do aditivo trará um retorno económico

# Utilização de Silagens na Alimentação Animal

- Ter em atenção o ritmo de utilização...

É necessário adaptar o ritmo de utilização diária de modo a reduzir os riscos de degradação oxidativa na fase de utilização. Nos silos horizontais recomenda-se que se retire diariamente uma camada de, pelo menos, 20 cm de espessura.

- As partes bolorentas ou as zonas onde se registou entrada de ar devem ser rejeitadas.
- Evitar distribuir grandes quantidades de silagem rica em ácido acético e butírico porque podem causar desvios e transtornos metabólicos.



# 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.
- Moreira, N. 2002. Agronomia das Pastagens e Forragens. UTAD, Vila Real.