

Tecnologia dos Alimentos para Animais

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

Cátia Falcão Martins
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:

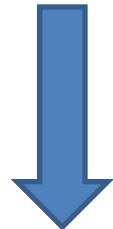
- Forragem num estado fenológico muito jovem;
- Leguminosas ou gramíneas muito fertilizadas com N;
- Tempo húmido e nublado;
- Forragem cortada com baixas temperaturas ou ao início da manhã.

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

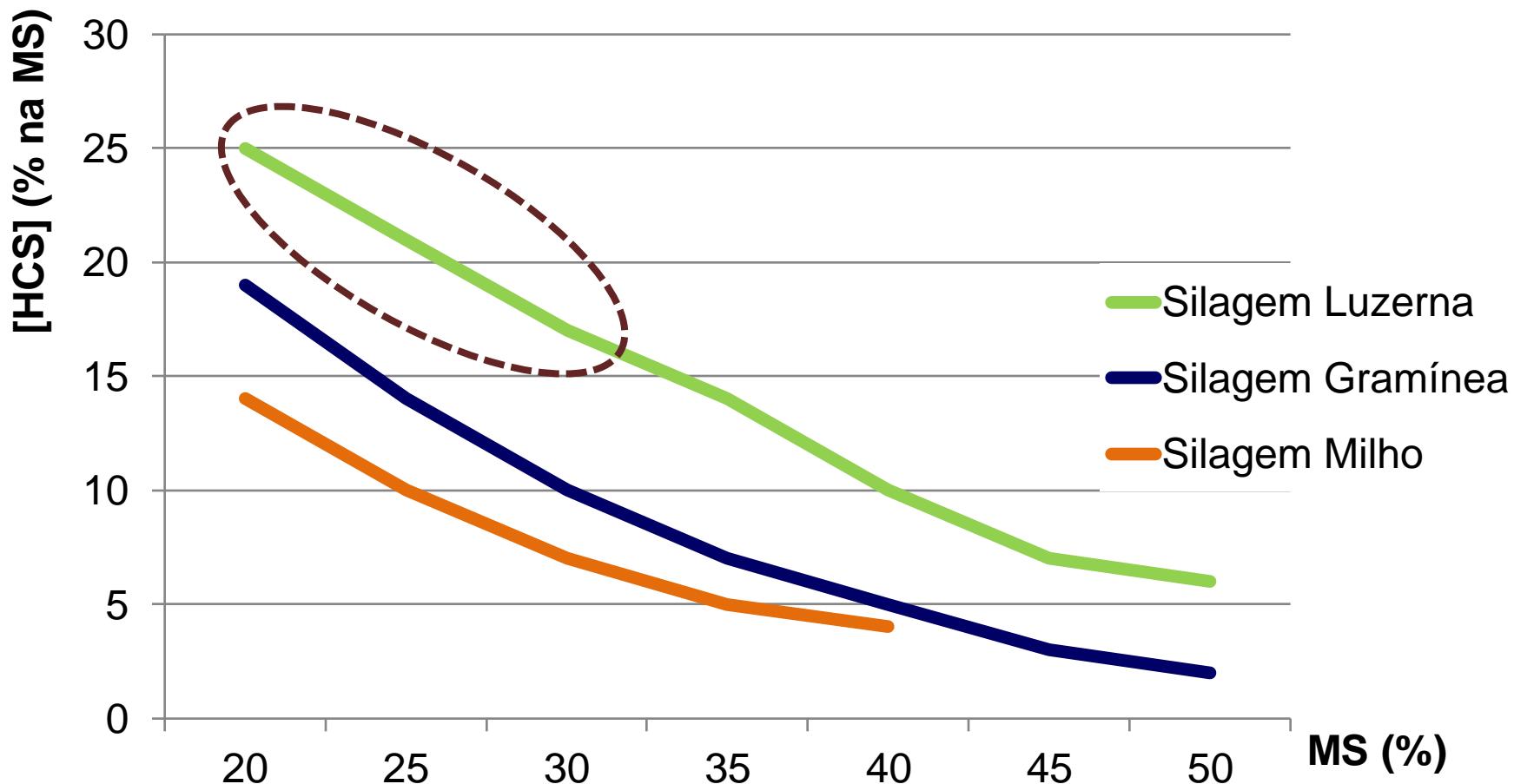
Leguminosas têm maior capacidade tampão do que as gramíneas



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

Manejo 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% (registando-se valores mais elevados em forragens com pré-secagem no campo)

Perdas durante o processo de Ensilagem

Distribuição das perdas:

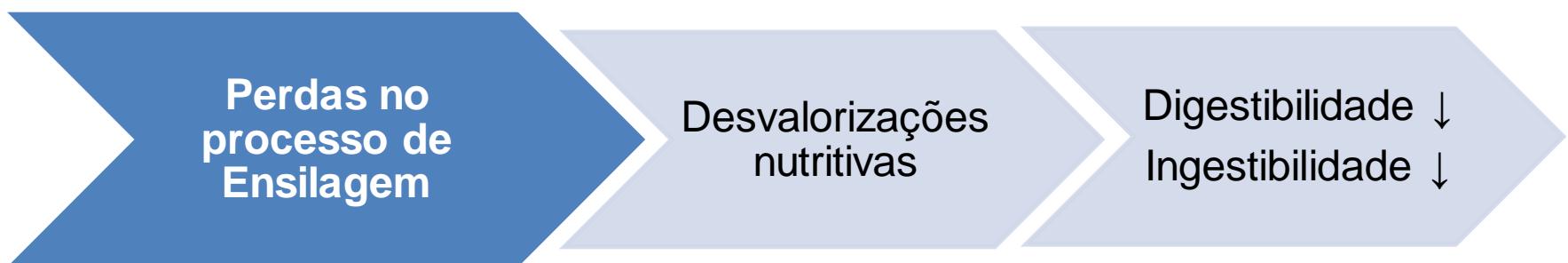
- Perdas por efluentes
 - Juntamente com a água são arrastados açúcares, frações azotadas solúveis, minerais, vitaminas e ácido láctico.
 - Forragem com 15% MS → 200-250 L efluente/ton de erva ensilada
 - Risco ambiental grande (recolher em tanques/fossas)
 - Quanto maior for a MS, menores serão as perdas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

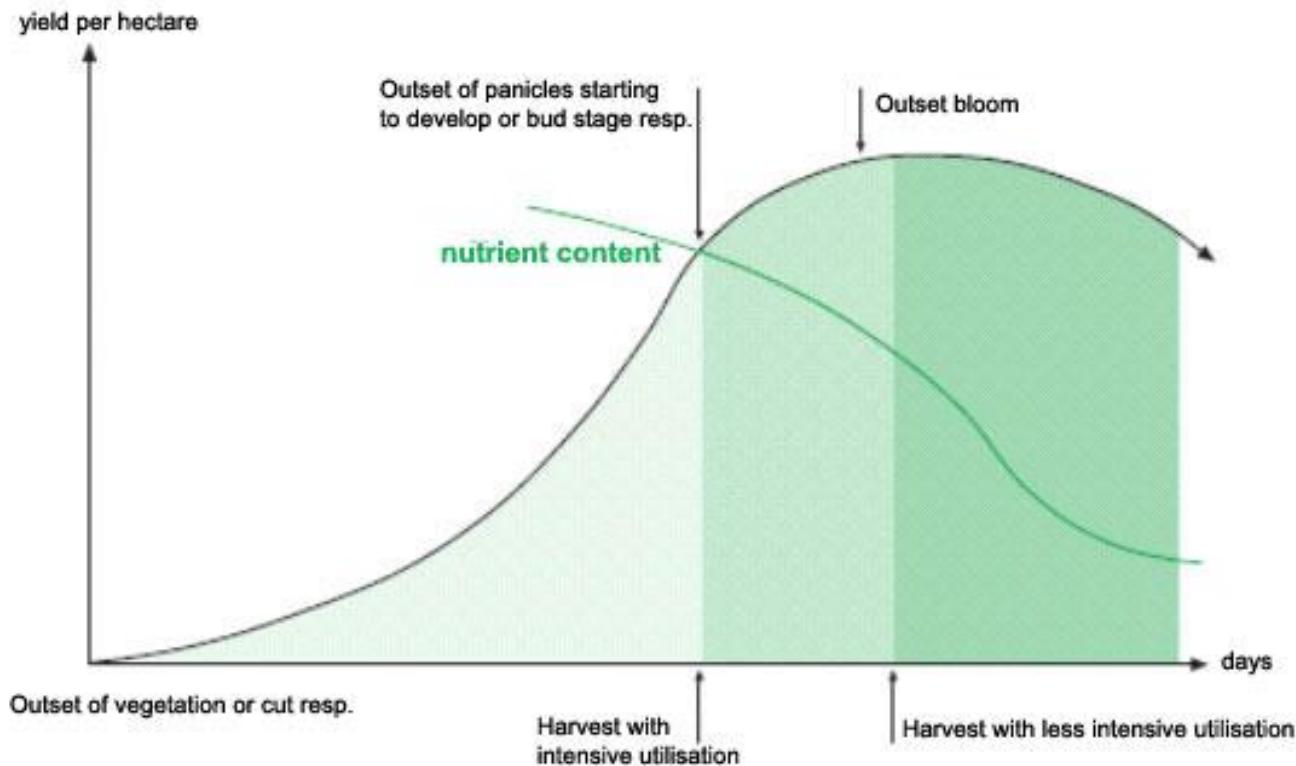
Não existem diferenças entre a digestibilidade antes e depois da conservação.

→ 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.

Critérios de Avaliação da Qualidade de Silagens

EXAME SENSORIAL

COR

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

CHEIRO

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

TEXTURA

- Boa qualidade: Firme e homogénea
- Má qualidade: separação da fração fibrosa e presença de bolores

Critérios de Avaliação da Qualidade de Silagens

ANÁLISE QUÍMICA

- MS
- pH
- Ácido 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 _{amoniacal} /NT _{total}	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.