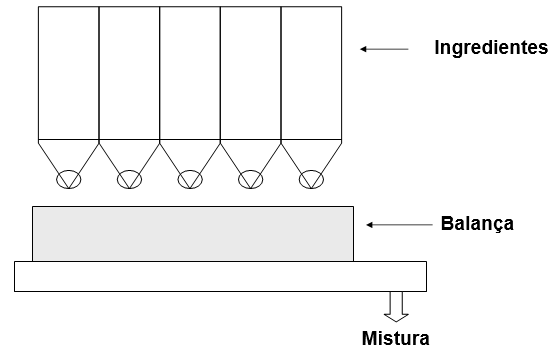


1. Mistura

Proporcionalidade e homogeneidade de uma mistura

1º- Doseamento	2º- Moenda
• Proporcionalidade	• Homogeneidade

Doseamento



A 1ª mistura por si só não é eficiente

Existem 3 tipos de balanças	
Para:	Margem de erro:
Macroingredientes	20kg
Microingredientes (ex. Prémix)	1 kg
Aditivos (ex. metionina, a.a., sais...)	100 ou 10g

Metionina entra em 1kg-3kg, logo a margem aqui é muito mais pequena.

Partículas < 1mm- ideal para a homogeneidade

Fatores que influenciam a mistura

1. Tamanho das partículas

- Partículas de 700 microns é o ideal
- Partículas grandes 1200-1500 microns, são piores para a mistura.
- Se aumentar o tamanho, aumenta a dificuldade em fazer uma mistura homogénea;

2. Densidade das partículas

- Incorporar primeiro os ingredientes menos densos e por último os mais densos.

3. Forma das partículas

- Partículas arredondadas e superfície rugosa, mais facilmente se associam entre si.
- Partículas não esféricas e de superfície lisa, mais dificilmente se associam entre si.

4. Coeficiente de fricção

- Força de contato entre dois corpos quando há movimento.

5. Eletricidade estática

- Leva à adesão das partículas às superfícies metálicas
 - Afeta homogeneidade da mistura
 - Contaminação cruzada de alimentos

6. Nível de incorporação

- Cuidados redobrados quanto menor o nível de incorporação do ingrediente na mistura

Tipos de misturadores

- **Misturadores fixos**

- Misturadores horizontais
 - Misturador com fita em espiral
 - Misturador de pá (mais utilizado)
 - Misturador de veios múltiplos (de um veio a matéria prima anda toda na mesma direção)
- Misturadores verticais
- Outros misturadores

- **Misturadores móveis**

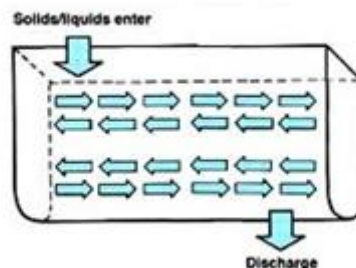
Misturadores fixos

Misturadores horizontais

Misturador com fita em espiral

É constituído por uma cuba horizontal, com um fundo cilíndrico, com um veio a todo o comprimento da máquina onde estão montadas 2 fitas, ou 2 hélices com passo invertido.

Vai haver um movimento da direita para a esquerda por uma das fitas e um movimento da esquerda para a direita com a outra fita. Além disso, os braços que apoiam a fita no veio fazem com que as partículas também tenham um movimento rotativo.



- Para mistura ótima, **produtos devem cobrir o eixo central.**
- **Tolerância-** 5 mm
- **Velocidade do misturador** – entre 15 e 50 rpm Tempo de mistura – entre 3 e 8 minutos (variável)
- **É possível adicionar ingredientes líquidos.**

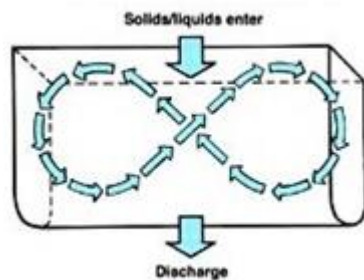
Vantagens	Inconvenientes
• Reduzido tempo de mistura • Robustez • Simplicidade de funcionamento • Manutenção simples • Incorpora líquidos • Fácil acesso e limpeza	• Custo da máquina • Necessidade de uma elevada potência elétrica

Testagem:

- Retirar 8 amostras;
- Homogeneidade maior ou igual a 85%
- Isto faz-se nas análises do manganês (limitante-não existe na matéria-prima) (100-120ppm).
- Se não podermos abrir a misturadora, analisamos o que sai.
- De 7 em 7 segundos, tiramos uma amostra de 8 possíveis pontos.

Misturador de pá

É constituído por uma cuba horizontal também com fundo cilíndrico, com um eixo a todo o comprimento da máquina, onde estão montadas pás de agitação em espiral.

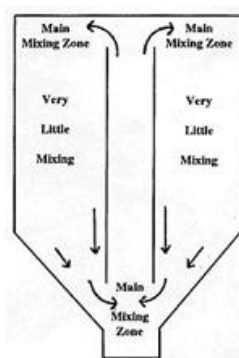


Misturador de veios múltiplos



- Indicado para uma eficiente incorporação de líquidos.
- Alto consumo energético

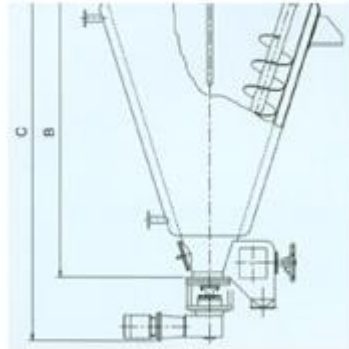
Misturador vertical



Tempo de mistura- 15 a 20 minutos (tempo superior comparativamente ao misturador horizontal)

Vantagens:	Inconvenientes:
• Preço moderado • Instalação fácil e simples	• Ritmo de produção lento • Má incorporação de líquidos • Limpeza difícil

Nauta- constituinte do misturador vertical

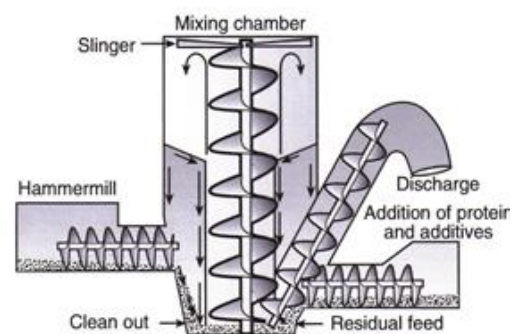


Outros misturadores fixos

- Misturador contínuo (descarga continua de produto)
- Misturador de tambor
- Misturador em Y:
 - Por lei não se podem fazer misturas inferiores a 3kg.
 - 5 kg de um dos ingredientes, colocamos no misturador, vai misturando
 - Serve para misturar quantidades pequenas (ex: 150g de Prémix)
 - Servem acima de tudo para trabalhos experimentais

Misturador móvel

- Como o Unifeed
 - Muito versátil;
 - As espirais levam facas e assim ao mesmo tempo que mistura, corta o alimento
 - Permitem misturar as matérias húmidas facilmente
 - Pouca homogeneidade
- Primeiro colocar o menos denso e depois o mais denso
- Só no final da trituração do tamanho da palha é que se coloca o concentrado
- Água ajuda a homogeneizar (farinha e palha)
- Óleo é bom para aglomerar
- A desmistura acontece quando se mexe demasiado
- É importante calcular o tempo de mistura
- Ingredientes não esféricos e de superfície lisa → para alimentos medicamentosos pode não chegar a todo o alimento



2. Granulação

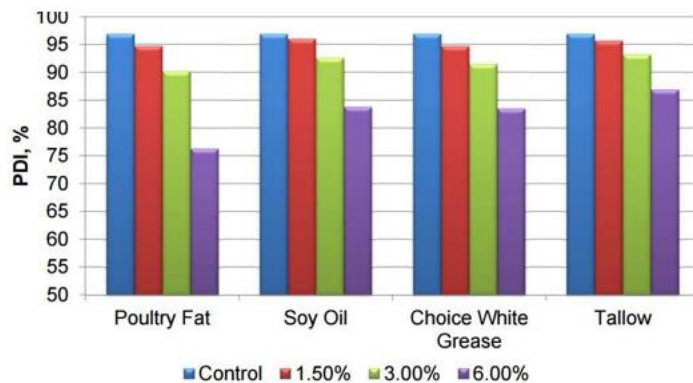
Fatores que afetam a granulação:

1. Natureza das matérias-primas
2. Tamanho das partículas
3. Preparação da farinha
4. Características da matriz
5. Aglomerantes (são colas tipo pastilha elástica) - devemos fazer de tudo para não utilizar

1. Natureza das matérias-primas

- Gordura
- Amido
- Proteína
- Humidade

1.1 Gordura



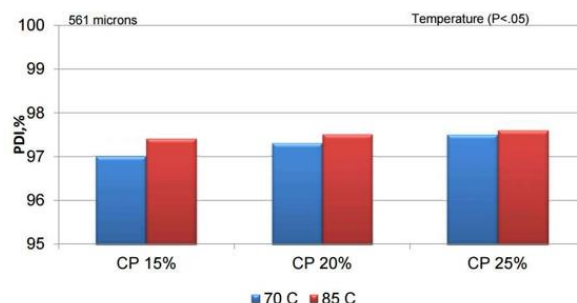
Quanto mais gordura, menos coeso fica o grânulo

Gordura bovina > óleo de soja > óleo vegetal > gordura de galinha

- **Ácido linoleico**
 - Soja- menos insaturado
 - Frango- mais insaturado e mais difícil de granular

1.2 Amido

1.3 Proteína



Mais proteína → mais difícil é granular (crivo de 3mm para granulado)

Mais proteína → grânulo mais firme

1.4 Humidade

2. Tamanho das partículas

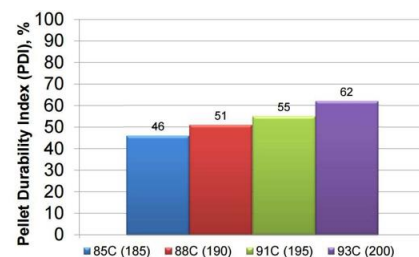
- **Partículas Grandes** → Pontos de fissura
- **Partículas Pequenas** → Melhor condicionamento

3. Preparação da farinha

- Regulação da pressão de vapor (60°C)
 - promove maior contaminação microbológica (humidade)
 - os açúcares ficam mais disponíveis
- Regulação da temperatura
- Regulação da humidade
- Aumento de humidade e temperatura
- Ativação de aglomerantes naturais
- Melhora compressão
- Aumento da lubrificação da matriz
- Destruição de microrganismos (ligeira pasteurização matando os piores e os esporos)
- Caramelização devido a elevada temperatura (50-60°C)
 - ponto negativo
 - cozinha demasiado, o que faz com que caramelize, perdendo estrutura e qualidade.

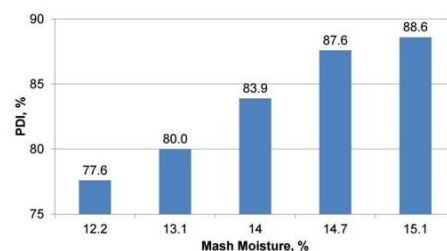
Efeito da temperatura na granulação

(Quanto maior a temperatura, maior a dureza da granulação)



Efeito da humidade na granulação

(Quanto maior a humidade, maior a dureza do grânulo)



4. Características da matriz

Comprimento do orifício maior



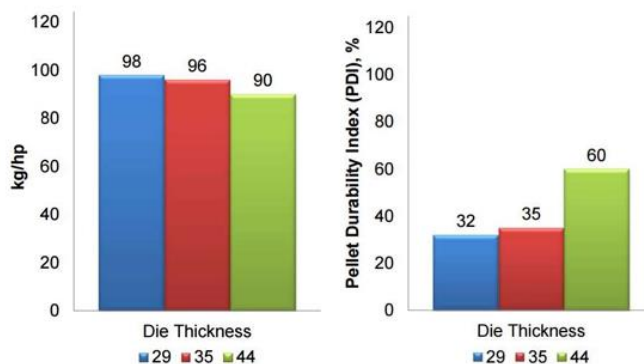
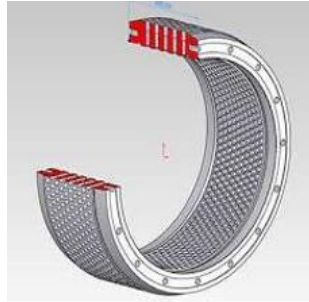
Maior compressibilidade



Grânulo mais compacto



Grânulo mais coeso



Quanto maior a espessura da matriz, mais compacto fica o grânulo

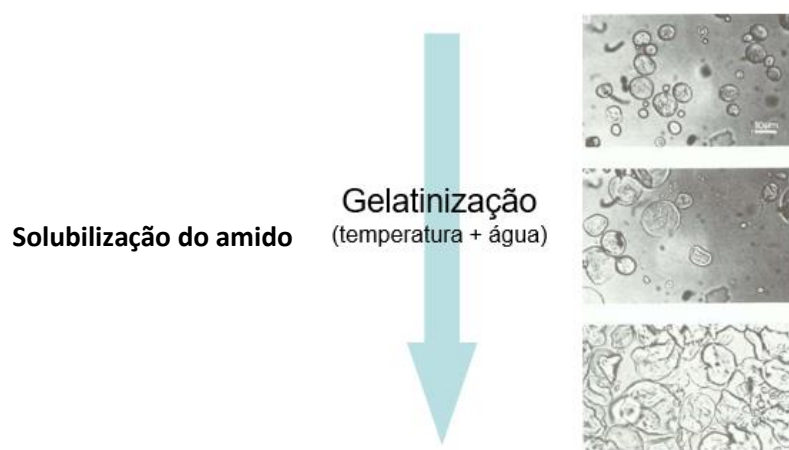
Quanto mais espessa a matriz, mais pressão se aplica

Limite grânulo mais coeso: grânulo rijo → os pintos agarram e deitam fora;

5. Aglomerantes

- Ação lubrificante (a gordura tem ação lubrificante, contrário de cola);
- Poder de retenção de água
- Proporciona coesão aos grânulos
- (ex.: bentonites, lignossulfonatos)
- **Corn glúten:** o mais difícil de controlar num granulado;
- **Fatores aglutinantes:** ajudam na granulação; servem como cola
- **Carbonato de cálcio** → vai dar pontos de conexão e melhora o granulado;
 - **Inconvenientes-** Provocam atrito (desgaste) e calor
- **Alfarroba (2-5%):** goma natural que ajuda na granulação.
- A gordura tem um efeito contrário
- **Lignossulfonatos:** goma que quando está quente tem ação lubrificante
 - Quando aquece dá mau sabor ao alimento
- Grânulo demasiado coeso, os animais não comem.

Gelatinização do amido



Controlo de qualidade do granulado

Durabilidade

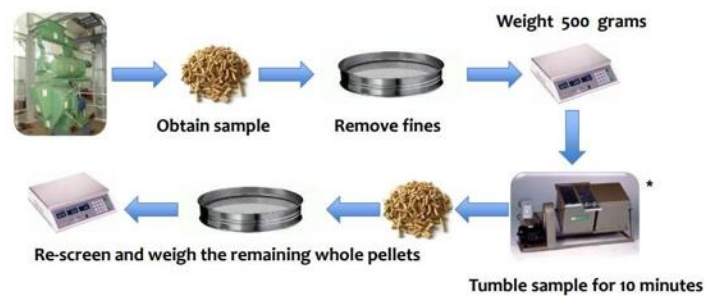
Capacidade dos grânulos suportarem ações desfavoráveis à sua estabilidade

• Teste de Holmen	Para determinação do PDI % (pellet durability index)
• Método ASAE	

Teste de Holmen

- Amostra de grânulos colocada numa camara fechada.
- Injeção de ar
- Cálculo de % de grânulos inteiros

Método ASAE



$$PDI = \frac{\text{Weight of pellet after tumbling}}{\text{Weight of pellets before tumbling}} \times 100$$

PDI: % de grânulos que medimos

Quantidade de farinha que a ração tem (um dos inconvenientes da ração)

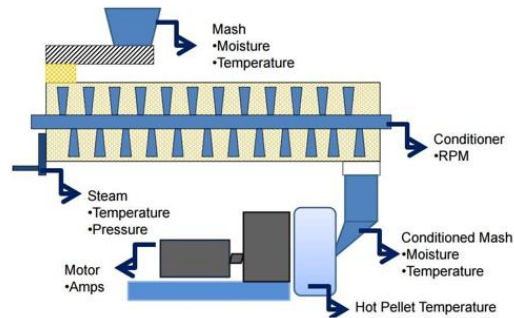


- Dureza (aparelho Kohl)



- Uniformidade do comprimento

Monitorizações na unidade de granulação



Vantagens da granulação

- Melhora o índice de conversão alimentar
- Aumenta ingestão de alimento
 - Densidade do alimento
 - Menor dispêndio de energia
- Aumenta a digestibilidade do alimento
 - Gelatinização do amido
 - Inativação de fatores anti nutricionais
- Reduz as perdas de alimento e as poeiras
- Reduz a segregação e a seletividade no momento do consumo
- Aumenta a aceitabilidade de certos ingredientes
- Reduz a carga microbiana dos alimentos
 - Elevação da temperatura
- Facilita o manuseamento dos alimentos.
 - Densidade e fluidez do grânulo

Inconvenientes da granulação

- Aumenta os custos de produção do alimento composto
 - Máquina dispendiosa
 - Alto custo de manutenção
- Afeta a estabilidade de alguns ingredientes
 - Altas temperaturas
 - Necessidade de fazer uma farinha fina

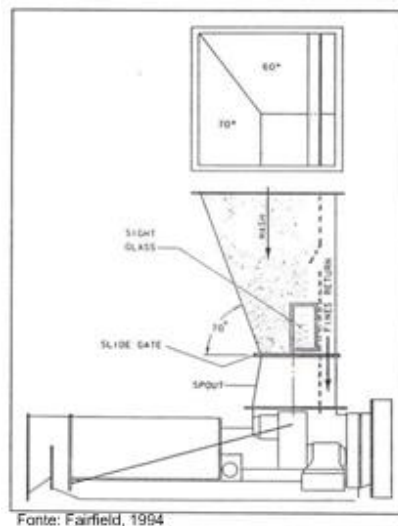
3. Unidade de Granulação

1. Alimentador → sem fim
2. Condicionador (água + vapor + farinha e vai começar a ganhar forma, mais quente e mais elástica. Quando passar pelo granulador fica mais facilmente da forma que queremos); 30 segundos de ataque de vapor
3. Prensa granuladora → matriz com o formato que nós queremos;
4. Arrefecedor → para as ligações ficarem mais fininhas;
5. Tarara ou crivo
6. Migador (opcional) → 2 rolos que vão partir o granulado (animais mais jovens)

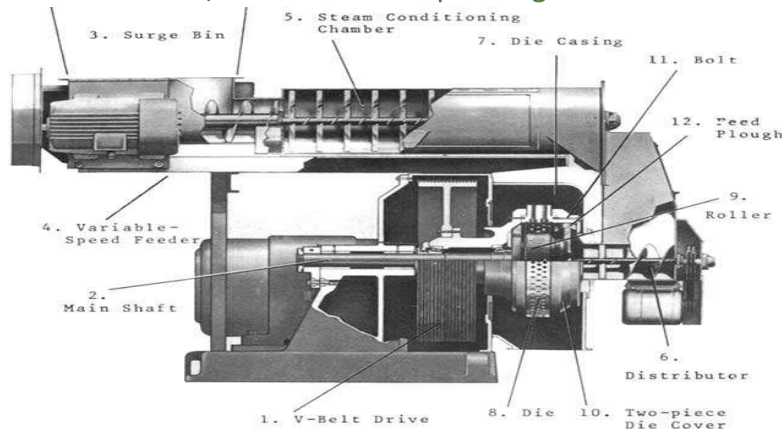
Cada granulado tem de ter todos os componentes lá dentro; Não pode haver perigos de desmistura.

Para saber o tempo que cada mistura demora a percorrer o circuito todo mete-se corante vermelho

Célula de alimentação e alimentador



Alimentador, condicionador e prensa granuladora

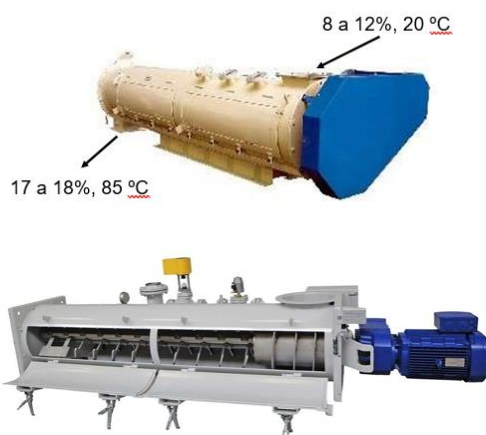


- Ponto crítico de controlo → extrusora e condicionador;
- Em indústrias mais pequenas só se faz pasteurização;
- Desenho das máquinas é a nossa limitação (fator tempo);

Marcador para verificar o ponto crítico:

- Corante alimentar;
- Verificar a parte de microbiologia;
- Análises no final;
- Existem sensores da temperatura para sabermos o que se passa.

Condicionador (Injeção de vapor de água)



- Provoca turbulência;
- Aumenta a duração da matriz (tem menos atrito);
- Todos os minerais e fibras são exemplos de provocar atrito e aquecimento;
- Bicarbonato de sódio desgasta muito;
- Faz com que a farinha fique mais elástica.

Facas de agitação, pertencentes ao condicionador.

- Provocam turbulência permitindo o vapor de água ser uniformemente absorvido
- Agitação evita formação de grumos
- Transporte da farinha

Condicionamento

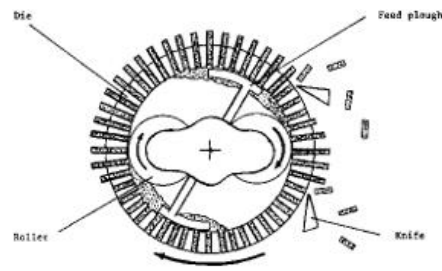
- Aumenta débito da prensa
- Aumenta eficiência energética
- Aumenta duração da matriz e dos rolos
- Melhora qualidade dos grânulos
 - Melhora plasticidade da farinha
 - Coesão do grânulo

Categoria de alimento	Pressão de vapor	Temperatura da farinha	Humidade da farinha
Rico em cereais (>50% de cereais)	Baixa	Alta (85°C)	Alta (18%)
Rico em proteína (25 a 45% em proteína)	Alta	Alta (70°C)	Baixa (13%)
Rico em fibra	Alta	Baixa (60°C)	Baixa (13%)
Rico em melaço (25% de água)	Alta	Baixa (60°C)	Baixa (13%)
Alimentos sensíveis ao calor (ex. leite em pó ou soro de leite)	Baixa	Baixa (50°C)	Baixa (13%)

Prensa granuladora



Fonte: California Pellet Mill



Fonte: FAO

Os rolos vão comprimir a farinha contra a matriz, obrigando-a a sair, com uma temperatura igual a 60°C, dando a forma que pretendemos.

Características da matriz

- Qualidade do metal
- Dimensões da matriz
- Características dos orifícios

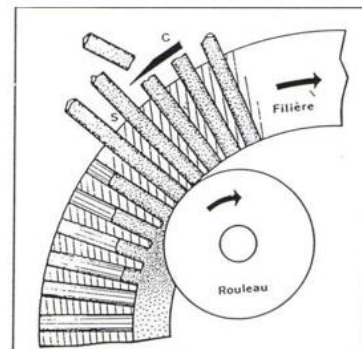
Espessura da matriz:

- Orifícios muito finos → maior compressão; se a fórmula não tiver quantidade suficiente de gordura não conseguimos fazer um granulado fino.
- 3mm granulado → primeiras fases de vida;
- 12 mm → vacas em manutenção (não precisamos de rolos rugosos, podem ser lisos).

Rolos ou roletes de compressão

- Superfície lisa
- Superfície estriada
- Superfície perfurada
- Superfície rugosa

Normalmente não são lisos (superfície estreada ou rugosa)



Grânulos com:

- **3 mm**
 - Primeiras fases de vida
 - Ricos em proteínas e gordura o que facilita a manutenção
 - Precisa de rolo com superfície rugosa ou estreada, para não deixar a farinha fugir
- **12 mm**
 - Para ruminantes
 - Precisam de fibra e carbonato de cálcio
 - mais difícil uma vez que gera calor e desgaste das máquinas
 - Rolo já não precisa de estrias

Dupla granulação – não existe em Portugal

Costuma-se usar quando se quer um grânulo mais rijo (de melhor qualidade), como por exemplo para os coelhos.

- 1ª granulação
 - Preparação da farinha
 - Matriz menos espessa; canais de compressão curtos; baixa compressão.
- 2ª granulação
 - Maior pressão
 - Matriz mais espessa, canais de compressão compridos; alta compressão.

Vantagens	Inconvenientes
• Boa granulação de matérias-primas com baixa aptidão à compressão • Aumento da qualidade do granulado e mais rijo • Serve para dar forma, elasticidade e temperatura à matéria-prima; • Ajuda quando o granulado não sai bem à primeira.	• Alto investimento • Alto custo com energia e manutenção

Arrefecimento

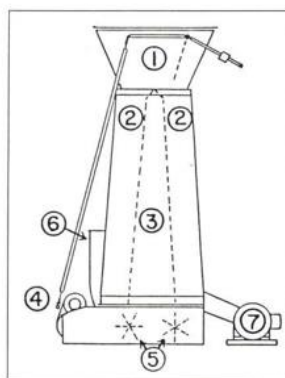
- Objetivos:
 - Conservação do granulado
 - Obtenção de um granulado duro/firme

Tipos de arrefecedores		
Vertical	Horizontal	Contra corrente (quente de um lado e frio do outro)

Arrefecedor vertical



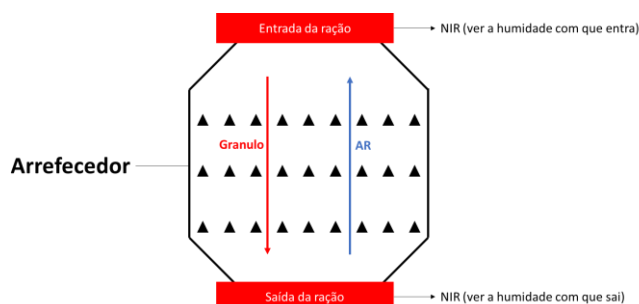
Fonte: Andritz-Sorout-Bauer



Fonte: Robinson, 1976

- O produto cai e o ar vai para cima.
- 5- aspersores de ar (enviam ar frio)
- Normalmente tem 3 patamares;
- Menos possibilidade de contaminações cruzadas.

Vantagens	Inconvenientes
• Construção simples • Pouca manutenção • Custo energético baixo	• Difícil instalação • Tendência para ficar bloqueado • Exige esvaziamento na mudança de alimento • Possibilidade de quebra do grânulo

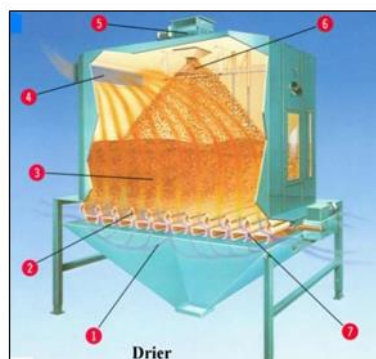


Arrefecedor horizontal

- Tapete metálico com perfurações, suficientes para o ar passar mas não deixar passar o grânulo cair;
- Se o tapete andar mais rápido, o grânulo fica a conter mais humidade;
- Muitos pontos de fuga do ar, não havendo controlo do ar que sai;
- Mais fácil ficar restos de produtos e contaminações nas beiras
- Verticais são melhores;

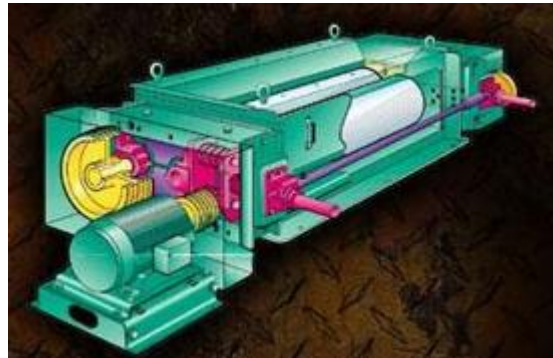
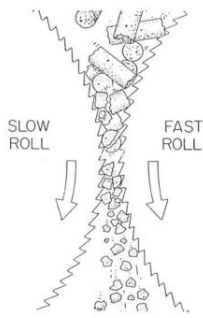
Vantagens	Inconvenientes
• Indicado para grânulos frágeis • Flexibilidade: ○ Controlo do tempo no arrefecedor ○ Controlo da altura da camada de grânulos ○ Regulação do fluxo de ar	• Custo de manutenção altos • Custo de produção de granulado superior • Perigo de contaminação cruzada

Arrefecedor contra-corrente



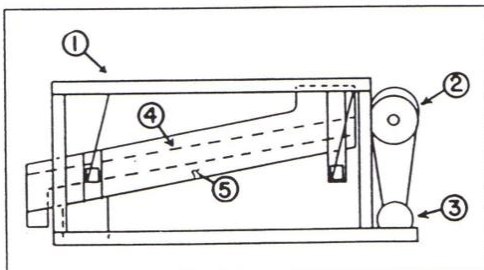
Migador

Esforços de compressão e corte



- Migalhas → animais 1ª fase (aves pequenas)
- Granulado mais pequeno sem ser farinha;
- Distância entre rolos varia.

Tarara ou crivo



Controlo de qualidade, peneiramento

4. Expansora – funcionamento

Expansão

Súbita quebra de pressão que conduz à expansão do produto

Vantagens

- Eliminação da carga microbiana, devido a altas temperaturas e diferenças de pressão.
- Aumento da produtividade da granuladora, devido a melhor compressibilidade do alimento.
- Flexibilidade no uso de matérias-primas com baixa aptidão à compressão.
- Melhor gelatinização do amido
- Permite incorporação de líquidos até 25% da fórmula
- Aumento da qualidade (dureza e durabilidade) do granulado
- Diminuição dos custos de produção:
 - Possibilidade de uso de m-p baratas
 - Menor degaste da prensa granuladora
 - Aumento do valor nutritivo do alimento (não é significativo)

Inconvenientes

- 1. Possível destruição de alguns nutrientes (**Principal**)
- 2. Custo de aquisição elevado
- 3. Manutenção dispendiosa
- As vitaminas são destruídas pela expansora. Segundo a legislação, estas têm que ficar no alimento:
 - Para animais de produção- 4 a 6 meses
 - Para Pet- 12 a 18 meses

5. Ensaque

- Nutrientes muito sensíveis à temperatura;
- Limite máximo de perda de 45%;
- Importante controlar a pressão e a temperatura;

Modo de distribuição da ração

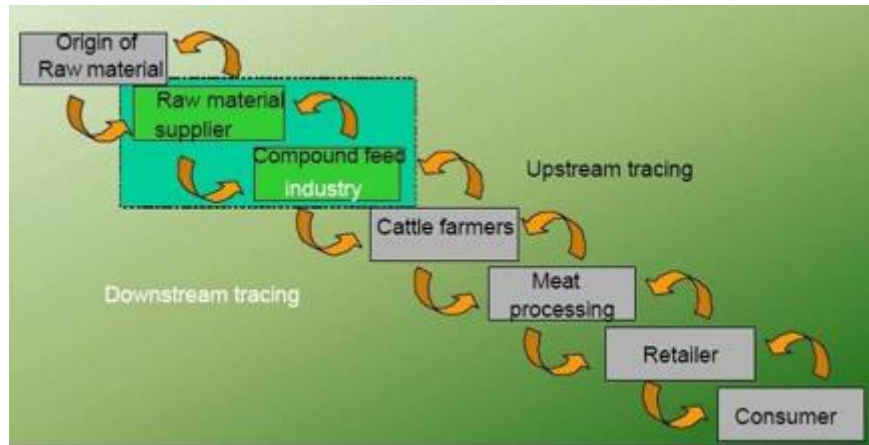
- **Em sacos**
 - 40 kg
 - 25 kg
 - 4 kg
 - **Ensaque automático**
 - Sacos com alimento acabado são armazenados e transportados;
 - Para não haver finos, usam-se peneiros
 - Última paleta a ser colocada é a 1ª a ser retirada (first in first out).
- **A granel**
 - Grandes quantidades
 - grande inconveniente quanto aos finos
- **Big-bags 250 kgs**
 - **1-** Doseamento
 - **2-** Moldar o big bag
 - **3-** Evitar poeiras
 - Pouco utilizado;
 - Ligado à produção de ruminantes por falta de automatismo.

Controlo de qualidade na secção de ensaque

- Amostra de produto acabado
- Verificar exatidão das balanças
- Funcionamento do sistema automático de ensaque
- Verificação das condições dos sacos
- Data de validade não está estipulada, é o fabricante o responsável.
- Fatores limitantes para o prazo de validade:
 - Durabilidade de vitaminas
 - Oxidação de gorduras

Balanças tem de ser verificadas anualmente

Rastreabilidade



- Para onde vai;
- Incorporação;
- Consumida por que animal;
- Ponto mais importante numa fábrica;

General Food Law

- Rastreabilidade em todas as fases de produção
- Identificação do fornecedor
- Identificação de operadores que receberam o produto
- Produtos adequadamente rotulados

Níveis de rastreabilidade

- **Rastreabilidade interna**
 - Dentro do processo produtivo
- **Rastreabilidade externa**
 - Entre os vários agentes da cadeia alimentar

Particularidades na rastreabilidade interna em fábricas de rações

- Lote como unidade física
- Diferentes fórmulas para o mesmo produto acabado
- Matérias-primas mudam com o tempo
- Produto acabado não pode ser decomposto nos componentes originais

6. Higienização (limpeza e desinfecção)

Boas práticas de higiene

A produção, processamento, armazenamento, transporte e distribuição de matérias-primas e produto acabado seguros é responsabilidade de todos os intervenientes da cadeia alimentar, incluindo agricultores, produtores de matérias-primas e de alimentos compostos para animais.

As operações de limpeza e desinfecção são muitas vezes deixadas para segundo plano, não sendo reconhecida a relação benefício-custo, uma vez que os resultados destes procedimentos não são facilmente mensuráveis em termos de benefícios económicos. Por vezes, é inclusivamente vista como uma atividade que reduz a produtividade da empresa, isto porque, em certas situações pode implicar a paragem da produção.

A limpeza pode ser feita segundo o uso separado ou combinado de métodos físicos como calor, ação mecânica, fluxo turbulento, sob vácuo com ou sem uso de água, e métodos químicos com utilização de detergentes ácidos, alcalinos ou enzimáticos.

O método mais eficiente é a aspiração que previne explosões.

A limpeza de fábricas de alimentos compostos não se faz com água; só com linhas de petfood;

Para Pet Food é possível receber farinhas de carne que são mais facilmente contamináveis, sendo necessário desinfetar as farinhas de carne que podem ser feitas pela aspersão de ácidos orgânicos.

Os ácidos orgânicos também servem para desinfetar o tegão.

Ácidos orgânicos têm dupla função:

- desinfetam a fábrica;
- desinfetam a matéria-prima;
- melhoram alguns índices zootécnicos;

Protocolo de higienização da fábrica

- Limpeza mecânica
 - Deixar a funcionar sem nada lá dentro;
- Ácido orgânico → diminuir o risco microbiano, reduzindo o pH.
 - Não elimina, só impede o desenvolvimento.
 - São agentes mitigatórios.
- Extrusor: transforma uma matéria-prima contaminada em não contaminada
 - É o único que elimina os microrganismos todos
 - Só se usa em pet food.
- Higienização dos circuitos da fábrica- ácido orgânico + farinha de milho em pó
 - Guarda-se e utiliza-se outra vez (não se deve fazer), porque os ácidos podem já não estar muito ativos.
- As limpezas podem ser 1x/mês consoante o que o laboratório diz.
- **Principal bactéria de zoonoses:** Campylobacter
 - não está ligada ao alimento, normalmente aparece no frango cru
- **Só existe legislação para a Salmonella**, visto que é a única que se vincula ao alimento.
 - Costuma estar em glúten de milho
- Acidificantes → melhoram a ingestão e a digestão.
- Sêmea de trigo- normalmente costuma ter Escherichia coli, logo devemos aspergir ácido se não conseguirmos colocar ácido na mistura.

Microbiologia do alimento composto para animais

- Análise microbiológica (Coliformes, E. coli, Salmonella, Clostridium botulinum, bolores e leveduras);
- Coliformes e E.coli não se trata de legislação mas sim de boas práticas.
- Matérias-primas transformadas apresentam maior risco de contaminantes;
- Realização de zaragatoas de superfície (na fábrica devem estar identificados vários pontos para passar a zaragatoa)
 - Zaragatoas realizadas numa área correspondente a 100 cm², na superfície do interior dos equipamentos, 15 minutos após um procedimento de limpeza;
 - Devem ser humedecidas antes da recolha das amostras em água peptonada tamponada (APT). Deve ser utilizado um solvente de 0,1 % peptona + 0,85 % NaCl como um caldo para o humedecimento das zaragatoas;
 - Inexistência de limites máximos legais microbiológicos, harmonizados a nível comunitário em alimentos para animais;
 - Em Portugal, existe legislação para a existência de Salmonella (Decreto-Lei nº 105/2003):
 - A pesquisa de Salmonella em matérias-primas deve ser feita em 25 g de produto;

HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Points

Sistema de Análises de Perigos e Controlo de Pontos Críticos

Os 7 Princípios do HACCP:

1. Identificação dos perigos, avaliação da sua severidade
2. Determinação dos pontos críticos de controlo para o controlo dos perigos (condicionador e extrusora)
3. Estabelecimento dos limites críticos
4. Estabelecimento de procedimentos e monitorização
5. Estabelecimento de ações corretivas
6. Procedimentos de verificação
7. Estabelecimento de sistemas de documentação e registo

Tipos de perigo ao nível da produção de ração

- Biológico
- Químico
- Físico

Fatores que influenciam o desenvolvimento microbiano:

- **Aw- atividade da água**
 - Visa garantir o fornecimento de alimentos seguros através da prevenção.
 - 0,6 é o ideal/perfeito.
 - Afeta:
 - Suscetibilidade microbiana
 - Potencial desenvolvimento de fungos
- **Temperatura**
- **pH**
- **Oxigénio**
- **Nutrientes**
- **Inibidores**
- **Humidade- 12%**

Crescimento microbiano

- Bactérias > 0,91
- Levedura > 0,88
- Bolores

Micotoxinas

- Não sabemos quais são;
- Controlar a humidade;
- Não é preciso saber.
- Até aos 12% de humidade estamos seguros.
- Controlar os finos que vêm na matéria-prima.

Boas práticas de Fabrico

- Verificação das condições de higiene das instalações

				Vantagens	Inconvenientes
Misturadores	Fixos	Horizontais	Com fita em espiral	-Reduzido tempo de mistura -Robustez -Simplicidade de funcionamento -Manutenção simples -Incorpora líquidos -Fácil acesso e limpeza	-Custo da máquina -Necessidade de uma elevada potência elétrica
			De pá	-Fazem com que os movimentos dos alimentos façam um 8	
			Veios múltiplos	-Indicado para uma eficiente incorporação de líquidos.	-Alto consumo energético
		Vertical		-Preço moderado -Instalação fácil e simples	-Ritmo de produção lento -Má incorporação de líquidos -Limpeza difícil
		Outros	Misturador contínuo	-Descarga continua de produto	
			Misturador de tambor		
			Misturador em Y:	-Por lei não se podem fazer misturas inferiores a 3kg. -5 kg de um dos ingredientes, colocamos no misturador, vai misturando -Serve para misturar quantidades pequenas (ex: 150g de Prémix) -Servem acima de tudo para trabalhos experimentais	
	Móvel	UniFeed		-Muito versátil; -As espirais levam facas e assim ao mesmo tempo que mistura, corta o alimento -Permitem misturar as matérias húmidas facilmente	-Pouca homogeneidade

	Vantagens	Inconvenientes
Granulação	-Melhora o índice de conversão alimentar -Aumenta ingestão de alimento -Densidade do alimento -Menor dispêndio de energia -Aumenta a digestibilidade do alimento -Gelatinização do amido -Inativação de fatores anti nutricionais -Reduz as perdas de alimento e as poeiras -Reduz a segregação e a seletividade no momento do consumo -Aumenta a aceitabilidade de certos ingredientes -Reduz a carga microbiana dos alimentos -Elevação da temperatura -Facilita o manuseamento dos alimentos. -Densidade e fluidez do grânulo	-Aumenta os custos de produção do alimento composto -Máquina dispendiosa -Alto custo de manutenção -Afeta a estabilidade de alguns ingredientes -Altas temperaturas -Necessidade de fazer uma farinha fina
Dupla granulação	-Boa granulação de matérias-primas com baixa aptidão à compressão -Aumento da qualidade do granulado e mais rijo -Serve para dar forma, elasticidade e temperatura à matéria-prima; -Ajuda quando o granulado não sai bem à primeira.	-Alto investimento -Alto custo com energia e manutenção

		Vantagens	Inconvenientes
Arrefecimento	Vertical	-Construção simples -Pouca manutenção -Custo energético baixo	-Difícil instalação -Tendência para ficar bloqueado -Exige esvaziamento na mudança de alimento -Possibilidade de quebra do grânulo
	Horizontal	-Indicado para grânulos frágeis -Flexibilidade: -Controlo do tempo no arrefecedor -Controlo da altura da camada de grânulos -Regulação do fluxo de ar	-Custo de manutenção altos -Custo de produção de granulado superior -Perigo de contaminação cruzada

	Vantagens	Inconvenientes
Expansora	-Eliminação da carga microbiana, devido a altas temperaturas e diferenças de pressão. -Aumento da produtividade da granuladora, devido a melhor compressibilidade do alimento. -Flexibilidade no uso de matérias-primas com baixa aptidão à compressão. -Melhor gelatinização do amido -Permite incorporação de líquidos até 25% da fórmula -Aumento da qualidade (dureza e durabilidade) do granulado -Diminuição dos custos de produção: -Possibilidade de uso de m-p baratas -Menor degaste da prensa granuladora -Aumento do valor nutritivo do alimento (não é significativo)	-1. Possível destruição de alguns nutrientes (Principal) -2. Custo de aquisição elevado -3. Manutenção dispendiosa -As vitaminas são destruídas pela expansora. Segundo a legislação, estas têm que ficar no alimento: -Para animais de produção- 4 a 6 meses -Para Pet- 12 a 18 meses

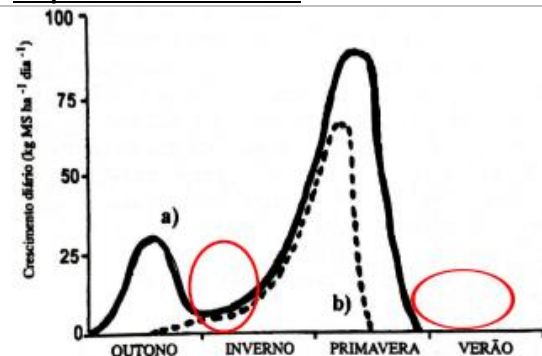
1A- Forragens vs pastagens

A produção de forragens é complementar às pastagens porque visa colmatar défices da sua produção em determinados períodos do ano.

Pastagens

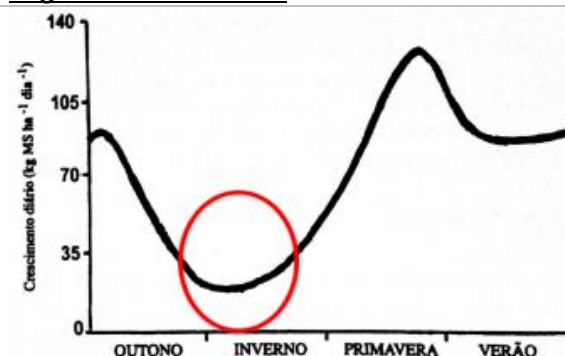
Curvas típicas do crescimento anual das pastagens de:

Sequeiro mediterrânico



- a) anos e/ou regiões de maior precipitação
- b) anos e/ou regiões mais secas

Regadio mediterrânico

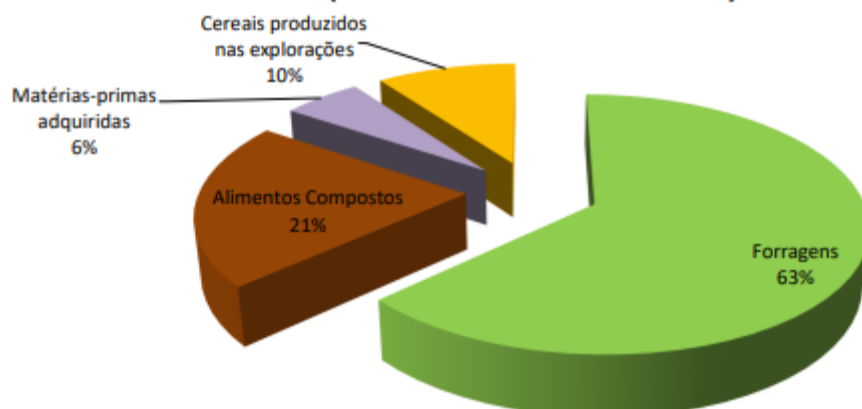


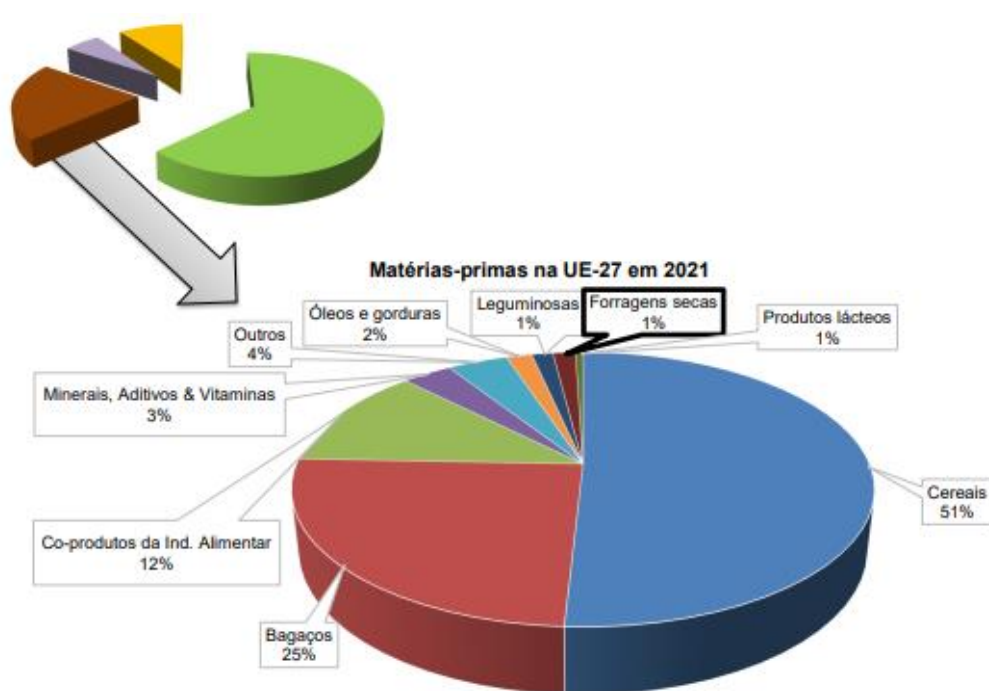
Forragens

As forragens podem ser utilizadas em verde ou podem ser conservadas (feno, silagem ou feno-silagem).

VANTAGENS	INCONVENIENTES
-Produções unitárias (t MS/ha) por estado de crescimento ou por ano mais elevadas; -Taxas de crescimento diário elevadas em curtos períodos; -Utilização da água de forma mais eficiente; -Reduz a instabilidade da produção	-Custo unitários de produção mais elevados; -Exige equipamento específico; -Risco de erosão em solos com elevado declive

Fontes de Aprovisionamento de Alimentação Animal UE-27 (711 milhões de tons em 2021)





	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Luzerna	22846	19251	24335	28769	26760	15693	19961
Palha de cereais	-	263	104	66	257	215	676
Palha de cereais tratada	3790	1880	2044	3456	3891	8397	4795
Total	26636	21394	26483	32291	30908	24305	25432

Luzerna- produto obtido por secagem e moenda de plantas jovens de luzerna, podendo conter até 20% de plantas jovens de trevo e de outras plantas forrageiras que tenham sido sujeitas a secagem e moenda juntamente com luzerna.

Palha de cereais- produto obtido após remoção dos grãos de cereais.

Palha de cereais tratada- produto obtido por um tratamento adequado da palha de cereais.

As forragens na dieta dos ruminantes

A utilização de forragens é o suporte dos sistemas de produção de ruminantes.

Os ruminantes utilizam a celulose e a hemicelulose, ao contrário dos monogástricos.

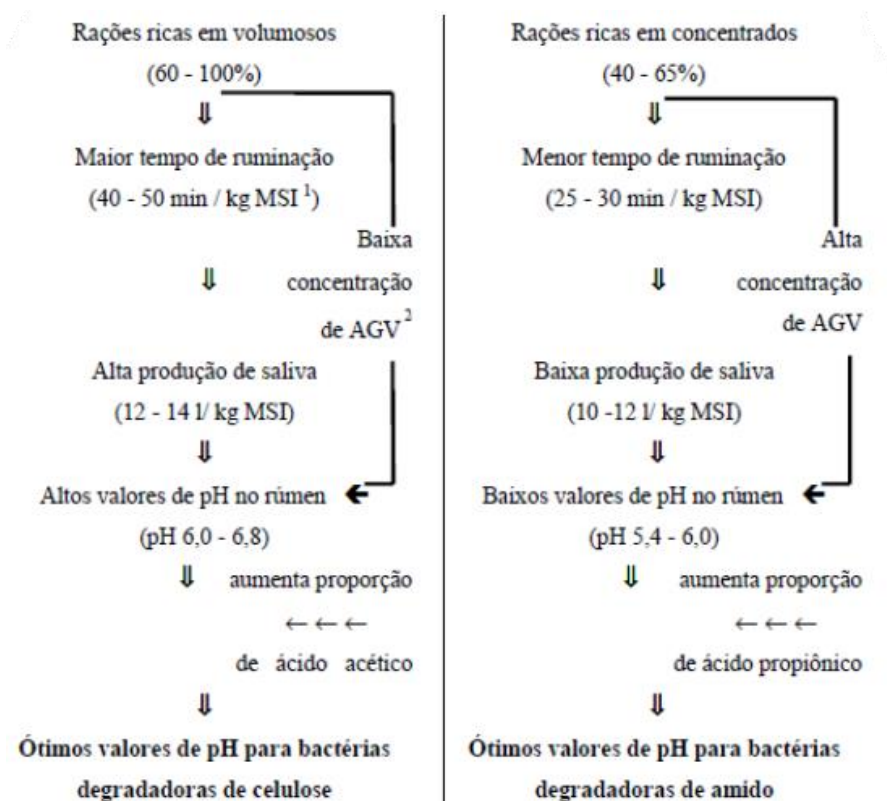
Participação aproximada das forragens na dieta de ruminantes em diferentes sistemas de produção:

Classe de produção	% de forragem na dieta	Contribuição da fibra para a ingestão de energia digestível (%)
Vacas leiteiras	40-60	10-20
Bovinos de carne confinados	10-20	2,5-7,5
Bovinos de carne extensivos	90-100	30-40
Ovinos em confinamento	20-60	7,5-20
Ovinos e caprinos extensivo	90-100	30-40

Objetivos:

- Maximizar a utilização de forragem na dieta
- Formulação da dieta com o mínimo custo

Níveis baixos de forragem na dieta podem levar a problemas digestivos (Acidose ruminal e Deslocamento do abomaso)



Bovinos

Jovens ruminantes:	Consumo de forragem a partir da 2ª semana de vida para o desenvolvimento fisiológico e aumento do tamanho de rúmen.
	Antes dos 3 meses de idade não se deve fornecer silagem
Vacas leiteiras em produção	Utilização de forragens de elevada qualidade (elevado valor alimentar e elevada digestibilidade)
	Se só houver fornecimento apenas de forragem, as necessidades energéticas não são cobertas
	Ingestão de forragem: 35 a 50 % da dieta
	Limitar a ingestão de fibra = Limita Gordura do leite Quando o animal ingere forragens, irá ter uma elevada produção de ácido acético e ácido botírico, por outro lado, quando ingere concentrados, vai haver uma grande produção de ácido propiônico que não irá deixar que se mobilize gordura corporal, o que limita a percentagem de gordura leite, daí ser essencial haver alguma fibra, para haver menor produção do ácido propiônico. Forragens muito moídas = Limita Gordura do leite Precursos para a síntese de gordura no leite • Gordura • Ácidos graxos • Ácido: ○ Acético (C₂)- o que contribui mais para a gordura do leite ○ Propiônico (c₃)- o que contribui mias para a produção de lactose ○ Butírico (c₄)- o que contribui mais para a produção de caseína

Vacas secas	Baixas necessidades em proteína e energia Oportunidade: As necessidades neste ciclo de produção podem ser cobertas pelo fornecimento de uma forragem de qualidade média a baixa. Dependendo da qualidade da forragem (quantidade de proteína) e das condições ambientais (clima-> mais energia) pode ser necessário suplementar a dieta.
Bovinos de carne	Pretende-se atingir rapidamente o peso para abate. Não se pode aumentar muito a utilização de forragens, uma vez que a carne vai ser escura e com gordura amarela (ponto de equilíbrio)

Ovinos e caprinos

- Dietas compostas em grande parte por forragens
- Recurso a concentrados apenas em situações específicas (rápido crescimento e lactação)

Classificação das forragens

- Quanto à sua **duração**:
 - **Forragens anuais**: duração do cultivo inferior a 1 ano
 - **Forragens bienais**: com duração de 1 a 2 anos
 - **Forragens vivazes ou perenes**: com duração superior a 2 anos
- Quanto à **época de sementeira**:
 - Forragem de sementeira **de outono**- mais utilizada em Portugal
 - Forragem de sementeira **de primavera**- milho e sorgo
- Quanto ao **regime hídrico**:
 - Forragem **de sequeiro**
 - Forragem **de regadio**
- Quanto ao **modo de utilização**:
 - Forragens de **corte simples**: um só corte
 - Forragem de **cortes múltiplos**
- Quanto às **espécies da cultura**:
 - **Estremes**
 - raras na utilização de forragens
 - Só uma espécie
 - **Mistura ou Consociação**
 - Em Consociação há associação entre gramíneas e leguminosas
 - Existem várias espécies que são usadas independentemente

Principal característica de uma planta forrageira: Caule ereto para a predisposição ao corte

- Ao contrário das plantas de pastoreio que têm um corte mais baixo, para resistir ao pisoteio.

Em Portugal

- Clima Temperado Mediterrânico → Chuvas concentradas na estação fria; Verões quentes e longos
- A planta tem de conseguir crescer a baixas temperaturas e tem de suportar geadas, pelo menos numa parte considerável do seu ciclo vegetativo -> **culturas anuais de estação fria**
- Sistemas de regadio OU em condições de clima temperado marítimo (Açores) -> **Culturas anuais de estação quente (milho e sorgo)**

Estabelecimento de culturas

Instalação → Fertilização → Maneio → Aproveitamento da forragem

- **Instalações**
 - Época mais utilizada é Setembro-Outubro
 - Preparação do solo
 - **Mobilizações pouco profundas** (escarificação ou gradagem)
 - **Rolagem**- serve para compactação entre a semente e o solo, já que a semente das forrageiras são sementes que não têm grande capacidade de romper o solo, logo a sementeira não pode ser superior a 1,5 cm, não tendo capacidade energética para depois crescer.
 - Eleição da espécie ou mistura a semear
 - Considerar:
 - Solo (pH, textura, fertilidade)
 - Clima
 - Temperatura- não inferior a 16 °C
 - Pluviometria
 - Finalidade (corte, pastoreio ou ambos)
 - Regime hídrico (sequeiro ou regadio)
 - **Sementeira**- não precisa de grande maquinaria
 - A lança
 - Adubadores
 - Semeador
- **Fertilização**
 - 2 tipos:
 - De fundo
 - De cobertura- feita depois de se fazer os cortes, para ajudar no recrescimento da planta.
 - Importante fazer análises ao solo
 - Fósforo
 - Azoto (se tivermos leguminosas não precisamos de nos preocupar uma vez que estas são ricas em azoto)
 - É preciso fazer todos os anos.

Forragens- culturas utilizadas

				Época de sementeira
Gramíneas	Azevém	Perenes	-Vivazes, adapta-se bem a diversos tipos de solo; -Excelente capacidade de recuperação aos cortes, palatabilidade e digestibilidade. -Usa-se intercalado com o milho	-Março/Abril (tem que se usar sistema de rega por causa do calor); -Setembro/Outubro
		Anuais	-Anuais ou bianuais, de rápida implantação e grande produtividade; -Serve de cultura complementar ao milho.	-Setembro/Outubro (colheita na Primavera/Verão)
	Festucas		-Menos apreciada que o azevém. -Vivazes e muito produtivas; -São utilizadas em zonas com condições ambientais mais adversas, dada a sua rusticidade -ao frio -a altas temperaturas -ao excesso de água -ao pisoteio	-Março/Abril; -Setembro/Outubro
Cereais praganosos (com espiga)		Aveia		Utilização: -Múltiplos cortes em verde -Corte precoce em verde e posterior produção de grão -Corte único na fase de desenvolvimento do grão (Conversar como feno ou silagem)
		Centeio	-Muito utilizado como forragem na região da guarda e como pastagem, sendo a única planta que se conseguia ter verde no campo em janeiro por causa do frio	
		Cevada		
		Trigo		
		Triticale		

Leguminosas	Ervilhacas	-Anuais -Elevado valor nutritivo (proteína) e palatabilidade; Utilizadas em consociações forrageiras com cereais (aveia, tritcale) ou azevéns, aproveitadas como forragem verde ou silagem.	-Setembro/Outubro
	Tremoços	-Tremocilha (flor amarela) e Tremoço branco -Também há amargas, mas são más porque têm elevado teor em alcaloides.	
	Serradelas	-Anuais e pouco produtivas, mas de elevado valor nutritivo; -Utilizada em terrenos pouco férteis (solos moderadamente ou muito ácidos). -Boa adaptação em climas com muita altitude e bastante frio.	-Setembro/Outubro
	Trevos	-Utilizados em consociação com gramíneas (azevéns e outras) ou estremes, como é o caso do trevo subterrâneo. - Mais utilizados são o trevo branco e o trevo violeta	
	LUZERNA (alfafa)	-Rainha das leguminosas -Muito exigente em qualidade de solo (pH superior a 6, bem drenados) -Vivaz, de boa resistência à secura (adapta-se a climas quentes) porque tem raízes em profundidade. -No 1º ano não tem grandes produções, mas tem boa resistência ao corte e é a mais predisposta a ser cortada por causa do corte me aberto.	-Setembro/Outubro; -Março/Abril
Culturas de estação quente	Milho	-Requer adubações abundantes e regas adequadas; -A Silagem de milho tornou-se a base da alimentação de sistemas de exploração intensiva de vacas leiteiras	
	Sorgo	-Utilizada em zonas onde não se verifiquem as rotações milho/azevém. É uma planta rústica, de grande capacidade produtiva. -Distinguem-se dois tipos de sorgo: Erva do Sudão (destinada ao pastoreio ou ao corte) e o Sorgo (destinado à exploração por cortes)	-Primavera/Verão

Culturas de um só corte

Acumulam grande produção de biomassa em estados avançados do seu desenvolvimento (menos conteúdo proteico e mais conteúdo fibroso), sem haver um decréscimo acentuado do seu valor nutritivo e alimentar.

Quer nas gramíneas, quer nas leguminosas (em estados avançados da sua maturação), o elevado valor nutritivo do grão vai compensar a perda de qualidade da restante planta (caules e folhas)

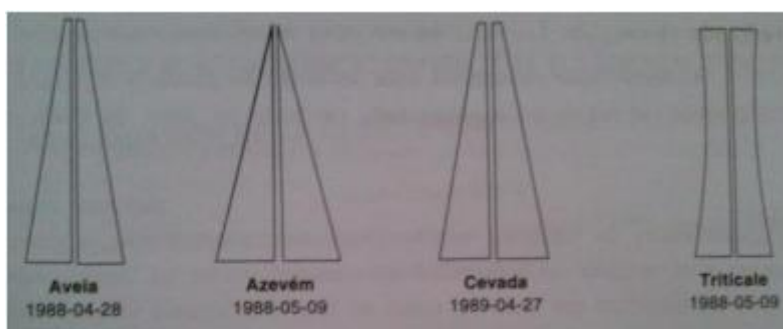
Forragens anuais de corte

I. Distribuição da MS ao longo da planta

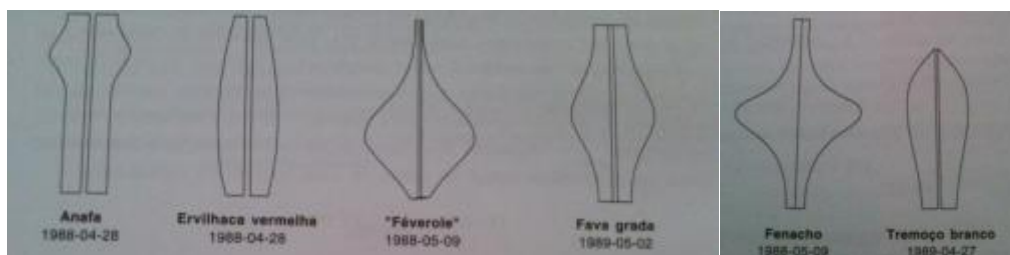
- a. Existem diferenças entre forragens quanto aos modelos de distribuição da MS ao longo da planta.

- i. Gramíneas - Variação linear (fusiforme)

- 1. Se elevarmos muito o corte, vai-se prejudicar a matéria seca que podíamos estrá a aproveitar.
 - 2. Se houver um corte mais abaixo, vai haver mais matéria seca.



- ii. Leguminosas - Não linear (próxima da região central ou deslocada no sentido dos extremos)



- b. Pode ser afetada por fatores que influenciam o normal desenvolvimento da planta:
 - i. Técnicas culturais
 - ii. Condições meteorológicas
 - iii. Pragas e doenças
 - c. À medida que se eleva a altura do corte, a MS colhida é mais penalizada no caso de gramíneas.
 - d. Leguminosas prostradas são igualmente penalizadas pela elevação da altura de corte.

II. Evolução da PB ao longo

a. Da planta

	Leguminosas	Gramíneas
Base	10%	2 a 3%
Topo	30%	10%

Nas gramíneas, o teor de proteína vai estar mais dependente da fertilização azotada que fazemos nas plantas, enquanto que nas leguminosas não vai ser tão dependente porque absorve o azoto atmosférico.

b. Do ciclo vegetativo

	Leguminosas	Gramíneas
Início do ciclo	30%	12%
Fim do ciclo	15-20%	6%

% de PB muito variável → depende da adubação azotada

III. Evolução da digestibilidade da MO ao longo da planta

- As folhas têm uma digestibilidade mais elevada do que os caules
- % de folhas nas leguminosas (55%) > % de folhas nas gramíneas (30%)
- Mas as leguminosas perdem as folhas com maior facilidade (30% no final do ciclo) e por causa do corte, crescem muito junto ao solo e vão estar sujeitas à humidade, havendo maior % de folhas mortas.
- % de folhas mortas muito elevada → Qualidade das forragens inferior

		Gramínea			Luzerna		
		Folhas	Caules/grão	Planta inteira	Folhas	Caules	Planta inteira
PB (%MS)	Início do ciclo vegetativo	20-25	10-15	18-24	30-33	20-23	24-25
	Fim do ciclo	7-10	3-5	6-9	23-25	9-10	16-17
FB (%MS)	Início do ciclo vegetativo	15-17	22-25	18-24	11-12	22-25	19-21
	Fim do ciclo	26-28	35-38	31-35	13-14	40-45	32-35
NDF (%)	Início do ciclo vegetativo	25-28	30-35	30-33	16-18	30-35	25-30
	Fim do ciclo	45-50	60-65	50-56	23-25	55-60	45-50

A planta começa-se a desenvolver com um elevado teor de proteína, que depois vai transformando em fibras.

Melhor altura de corte:

- Se quisermos maior digestibilidade, a planta tem de ter muita proteína bruta, então cortamos mais cedo, mas ela tinha mais potencial para produzir biomassa.
- Se quisermos aproveitar mais biomassa, aproveitamos um estado mais avançado, fazendo mais forragem, mas com menos qualidade e menos proteína.
- O primeiro ciclo tem mais qualidade que os restantes.

1B- Conservação de forragens

Necessidade de conservar resulta de:

- Produção anual de pastagens apresenta períodos em que a produção é baixa ou mesmo nula e, por vezes, o valor nutritivo é muito baixo → Não satisfazem as necessidades dos animais (Sistemas de exploração de ruminantes estão dependentes da produção de forragens)

Clima mediterrânico

Quando existe maior necessidade de forragens conservadas no clima mediterrânico:

- Regime de Sequeiro – fim de Verão e início do Inverno
 - Regime de Regadio – Inverno
- 1º Na Primavera existe uma conjugação favorável dos fatores humidade, temperatura e radiação.
 - 2º Pico máximo de produção em condições de sequeiro e regadio mediterrânico
 - 3º Maiores necessidades dos efetivos e uma menor oferta alimentar implica a conservação de forragens.

As forragens conservadas ocupam nas condições mediterrâneas uma posição muito importante na estratégia do planeamento alimentar ao longo do ano.

Importância acrescida em sistemas de produção mais intensivos e em explorações limitadas em termos de área.

Principais Processos de Conservação

- **Conservação por via seca (Fenação):** Secagem da erva no campo ao ar e através da energia solar.
- **Conservação por via húmida (Ensilagem):** Erva é conservada com elevados teores de água através de processos fermentativos, em condições controladas de anaerobiose e acidez (dos microrganismos).
- **Outros:**
 - **Feno-silagem ou ensilagem com pré-fenação:** processo misto de conservação de forragens, pois é feita a secagem no campo durante algumas horas (24h) ou um dia, seguida de ensilagem;
 - **Outra forma de conservação por via seca (Desidratação artificial ou Ventilação forçada):** é um processo com elevados custos energéticos. Como vantagens, tem a boa conservação do valor alimentar, fácil comercialização e inclusão em alimentos compostos para animais.

Fatores a considerar para a decisão do processo de conservação

1. Condição da exploração: equipamentos e estrutura fundiária
2. Espécie animal e Produção zootécnica a que se destina o alimento
3. Condições ambientais

Consequências da Conservação de Forragens

- Em comparação com a utilização da forragem em verde, a conservação significa:
 - Exigência de investimento acrescido
 - Perda de unidades forrageiras
- Os métodos de conservação reduzem o valor nutritivo da forragem verde, pois afetam seus os componentes mais digestíveis: hidratos de carbono solúveis e proteínas.
- A atividade enzimática e, sobretudo, a respiração deve ser inibida o mais rapidamente possível, diminuindo a probabilidade de desenvolvimento de numerosas bactérias e fungos

2- 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.

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.
- Quanto maior a MS, menor é a quantidade de água a retirar, mas mais difícil é retirá-la (água intersticial)

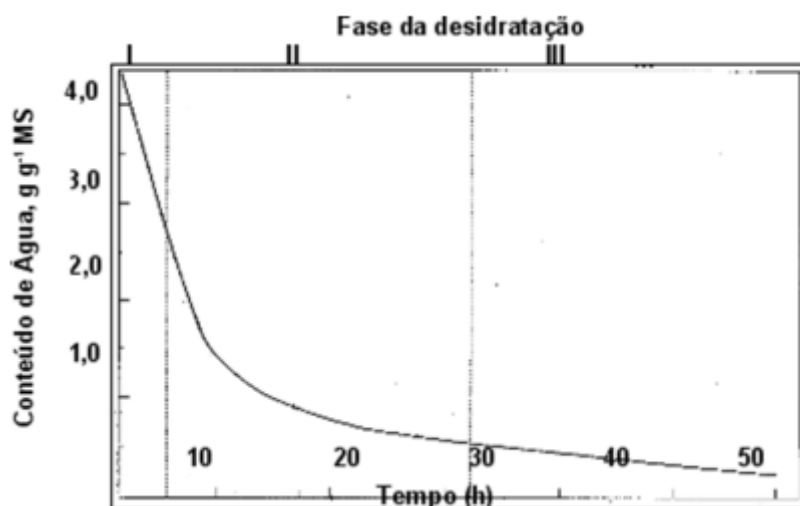
Reviramento e espalhamento. Duração

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

Duração da dessecação

- O processo de secagem no campo pode ser acelerado:
 - Reviramento e espalhamento
 - Uso de condicionadores → trituram parcialmente a forragem, acelerando o processo de evaporação.
 - **Vantagens**- secagem mais rápida e feno de melhor qualidade
 - **Desvantagem**- maiores perdas

Processo de dessecação



Fase I – Fase rápida	Fase II – Fase intermédia	Fase III – Fase lenta
-Primeiras 5 horas -Os estomas das folhas estão abertos	-Até às 30 horas -Corresponde quando se apanha feno-silagem	-Transpiração cuticular -Retira-se apenas água intersticial

- 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

- Estado de desenvolvimento da forragem (mais jovem tem mais água)
 - Condiciona:
 - Teor de água
 - Composição morfológica (relacionado com proporção caules/folhas) (mais folhas, pede mais água)
 - Valor nutritivo e alimentar
- Cutícula (dificulta a dessecação)
 - Revestimento lipídico que está na superfície das plantas que conserva lá água
 - Plantas que se desenvolvem em ambientes húmidos têm cutículas mais finas (não precisa de guardar tanta água)
 - Plantas que se desenvolvem em ambientes secos têm cutículas mais grossa (precisa de guardar água)
- Teor de hidratos de carbono solúveis elevado (dificulta a saída de água)
 - Mais açúcares (leguminosas) têm mais dificuldade em secar

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)
- Zonas Clima húmido versus Zonas Clima seco
 - Clima seco- menos viragens e cordões mais altos e grossos
 - Clima húmido- mais viragens e cordões mais finos

Cordões



C. Condições ambientais

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

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.
- Um fardo maior perde menos água no armazenamento
- A inativação das enzimas e a redução do desenvolvimento de bactérias, leveduras e fungos apenas se consegue com teor de água <15%.
- “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”.
- Tipos de enfardamento:
 - Fardos paralelepípedos de pequenas dimensões (15-30 kg)
 - Fardos paralelepípedos de grandes dimensões
 - Fardos cilíndricos

Tipos de fardos:

- Paralelepípedos
 - 15-30 kg
 - Maiores dimensão
- Fardos cilíndricos (rolos)
 - De 200 a 600 kg

Armazenamento de fardos

Os fardos são armazenados em condições que evitem o seu humedecimento:

- Sob abrigo
 - Protege dos ventos e da chuva
- 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 (protege da humidade do solo);
 - Envolver os fardos com plástico para evitar a infiltração de água.
- Consequências do mau armazenamento devido ao rehumedecimento do feno → Leva à putrefação do feno por fungos

Principais tipos de perdas

A. Perdas no campo

a. Perdas por respiração

- i. (ocorrem com teores de água da forragem superiores a 40%)
- ii. A planta depois de cortada continua a respirar e vai consumir os hidratos de carbono solúveis.
- iii. 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.
- iv. Resultam na diminuição dos hidratos de carbono solúveis e, consequentemente, existe diminuição da digestibilidade do feno.

b. Perdas por ocorrência de precipitação (Lixiviação)

- i. Há arrastamento dos constituintes solúveis quando se corta a planta (açúcares, compostos azotados não proteicos, minerais e vitaminas) e o valor nutritivo vai ser alterado;
- ii. 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).
- iii. Podem ser agravadas em forragens sujeitas ao condicionamento

c. Perdas mecânicas ou físicas

- i. Perda de partes das plantas ao longo de todo o processo (elemento com maior perda = folhas)
- ii. Este tipo de perdas depende do material a fenação (Perdas maiores na fenação de leguminosas por terem mais folhas)
- iii. Este tipo de perdas depende da tecnologia usada
 1. A forragem não deve ser revirada quando o teor de água for baixo;
 2. O aumento do número de operações aumenta as perdas mecânicas;
 3. O enfardamento em fardos de maiores dimensões reduz estas perdas.

iv. Precipitação

Efeito da precipitação sobre as perdas no Feno de Luzerna

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

B. Perdas de armazenamento

- a. Aumentam proporcionalmente com o teor de água com que o feno é armazenado.
- b. Estas perdas são agravadas em condições de elevadas temperaturas (> 20°C) e elevadas humidades relativas (> 70%), com risco de aparecimento de bolores.
 - i. Fardos cilíndricos, em abrigo: 2,5 - 3,8% de perdas;
 - ii. 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;
- **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

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

Utilização de Fenos na Alimentação Animal

Atributos positivos:	Atributos desfavoráveis:
-Facilidade de manipulação e utilização na dieta com suplementos -Menores riscos de distúrbios alimentares.	-Reduzido valor alimentar, -Reduzida digestibilidade -Reduzido valor proteico e ingestibilidade (principalmente em más condições de fenação)

2- Ensilagem

Definição

É um método conservativo de forragens em verde, que consiste no desenvolvimento de fermentações anaeróbias que geram produtos inibidores e estabilizadores do meio em que se desenvolvem.

Objetivo

Criar condições de anaerobiose e acidez que estabilizem o material ensilado, ao abrigo do ataque de microrganismos indesejáveis.

A técnica de ensilagem é aquela que apresenta a obtenção de um alimento grosseiro conservado de melhor qualidade.

Corte e Recolha

- **1ª Decisão:** Altura ideal de corte
- **2ª Decisão:** Método de ensilagem (Tradicional ou feno-ensilagem)

No método da feno-ensilagem existe uma pré-secagem da forragem, que fica algum tempo no solo antes de ser recolhida, de modo a reduzir o teor de água.

Maquinaria necessária

Método	Equipamento
Ensilagem tradicional	Cortador e recortador + Elevador de forragem + Trator convencional com reboque
Método da feno-silagem	Gadanhira condicionadora + Recolhedor associado a um Carregador de forragem OU Enfardadeira com plastificadora

É muito importante o tamanho de corte das partículas:

- **Troços demasiados longos:** dificultam o calcamento do material e não permitem uma expulsão do ar eficaz
- **Troços demasiados finos:** provocam elevadas perdas de efluentes durante a conservação e dificultam a digestão pelo animal, o que pode levar a problemas digestivos (por exemplo, timpanismo- o alimento passa logo para o abomaso)

É importante uma correta regulação da máquina de corte utilizada, de forma a termos:

- Menos de 1% da fração dos elementos superiores a 20 mm
- Limitar ao máximo a porção de elementos inferiores a 6 mm

É importante também ajustar a altura da barra de corte e do reboque de recolha→ Minimizar a contaminação do material a ensilar com terra, porque são incorporados microrganismos que prejudicam a boa conservação da forragem (presença de clostrídios e bactérias butíricas)

Transporte e Enchimento do Silo

- O transporte deve ser efetuado o mais rapidamente possível e no menor número de etapas, de forma a evitar contaminações e oxidações excessivas.
- O enchimento do silo deve ser realizado rapidamente

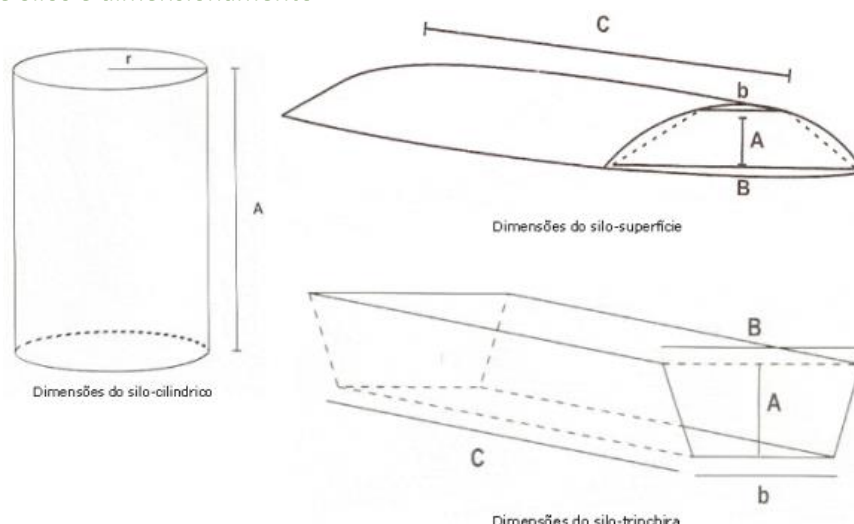


Calçamento e encerramento do silo

Objetivo: Forçar a expulsão do ar do interior do silo, minimizando as reações respiratórias no material ensilado

- Esta operação tem maior importância nos silos horizontais, pois nos silos verticais a pressão é exercida pelas camadas superiores e nos fardos a pressão é exercida pela enfardadeira e embaladora
- No encerramento de silos horizontais é aconselhável o uso de filme ou tela plástica a envolver, não só o topo, mas também as paredes laterais do silo (betão permeável)
- O plástico deve ser fixado ao material pela colocação de pneus, cascalho ou areia, de forma a impedir a entrada de ar no interior do silo.
- As próprias camadas exteriores do material ensilado, que sofrem maior degradação, isolam as camadas internas.
- Equipamento
 - Compressor
 - Própria roda do trator limpa

Tipos de Silos e dimensionamento



Gestão de efluentes

Sistemas de drenagem e Reservatórios para recolha de efluentes

- Os silos devem ter um ligeiro declive
- Podem ter sistemas de drenagens
- Os efluentes atraem aves e insetos (biossegurança)

Etapas	Método		
	Tradicional	Feno-Silagem	Feno-Silagem (Fardos)
Corte e recorte			
Secagem no campo		30-40% MS	30-45% MS
Carregamento			
Enfardamento			
Embalagem em plástico			
Deposição/Colocação no silo em camadas			
Calcamentos/compactação			
Fecho com filme de plástico			
Cobertura com materiais de pressão			

Fase do processamento de ensilagem

Fase aeróbia

- Corresponde ao período de corte até à extinção do oxigénio na massa ensilada.
- Mesmo depois de cortada e introduzida no silo, a planta respira enquanto dispuser de oxigénio e oxida preferencialmente os açúcares segundo a seguinte reação:
 - Açúcar + $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{Calor}$
- Existe uma redução do teor de açúcares. Estes açúcares são essenciais ao desenvolvimento da flora láctica, que vai permitir uma boa conservação
- Microrganismos que atuam nesta fase:
 - Microrganismos aeróbios obrigatórios
 - Microrganismos anaeróbios facultativos

- Fonte de energia dos microrganismos:
 - Frutose e glucose resultante da hidrólise de hidratos de carbono solúveis (que representam 5 a 20 % da MS das plantas forrageiras)
- Existe uma intensa decomposição da proteína pelas enzimas da própria planta, o que faz com que o azoto solúvel atinja valores bastantes elevados quando comparados com os iniciais.
- A degradação das proteínas pode originar substâncias indesejáveis, como as aminas e o amoníaco.
- É fundamental limitar a fase aeróbia. Como fazê-lo?
 - Calcar bem o material no interior do silo, para expulsar o máximo de ar;
 - Fechar o silo tão depressa quanto possível.
- O prolongamento da fase aeróbia, após o fecho do silo conduz a perdas e aumentos de temperatura elevados (40-44°C), o que pode desencadear “Reações de Maillard” → Formação de polímeros entre açúcares e amido → Redução da digestibilidade da fração proteica → Silagem escura
- Duração da Fase aeróbia:
 - Silo fechado imediatamente → 5 a 6 horas (camada sob camada)
 - Silo com enchimento prolongado, fechado 48 horas após início de enchimento → 72 horas

Fase fermentativa

- Corresponde ao período desde o início das condições de anaerobiose até a forragem estabilizar num pH adequado ao seu teor de humidade (4-4,5)
- [1º/3º dia até à 3ª semana]
- Microrganismos anaeróbios presentes:
 - **Bactérias coliformes**
 - São anaeróbias facultativas e, portanto, podem desenvolver-se na presença de oxigénio.
 - Competem com as bactérias lácticas pelos açúcares solúveis, originam ácido acético, CO₂, lactato, etanol e outros produtos.
 - Contribuem para a 1ª fase de acidificação do meio
 - Cessam a sua atividade com pH < 4,5- quando se começa a desenvolver a flora láctica que queremos
 - **Bactérias lácticas – o que queremos**
 - Assim que as condições sejam favoráveis (baixa concentração de oxigénio e disponibilidade de açúcares solúveis), inicia-se a sua atividade e passam a dominar a flora microbiana. Normalmente, acontece ao fim de **8 dias** de fermentação.

Bactérias lácticas	
Homofermentativas	Heterofermentativas
Glucose → 2 ác. láctico	Glucose → ác. láctico + etanol + CO ₂
Frutose → 2 ác. láctico	3 Frutose → ác. láctico + 2 manitol + ác. acético + CO ₂
Pentose → ác. láctico + ác. acético	Pentose → ác. láctico + ác. Acético

- Pela ação das homofermentativas todo o açúcar fermentado origina ácido láctico, enquanto que pela ação das heterofermentativas apenas se obtém metade do rendimento, sendo este último grupo menos acidificantes.
- É importante a disponibilidade de bactérias lácticas nesta fase, sobretudo com predomínio das homofermentativas.

- **Clostridium**

- Microrganismos esporulados anaeróbios obrigatórios;
- Sensíveis à acidez (cessam atividade a partir de $\text{pH} \leq 4,2$) e ao baixo teor de humidade (silagem pré seca não tem problema)
- São vinculados pela incorporação de terra na forragem verde;
- Necessitam de ausência de oxigénio e de elevadas temperaturas para se desenvolverem

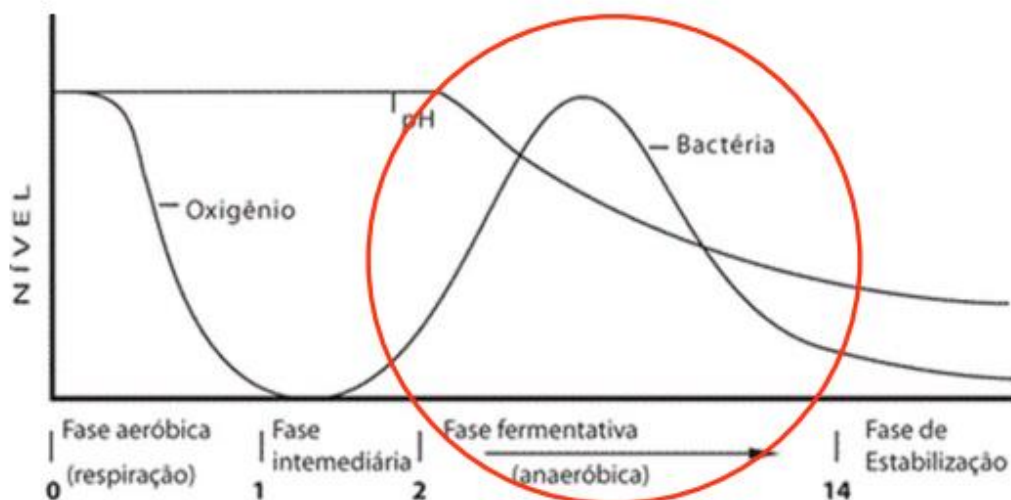
Sacaloríticas	Degrada sacarose	Ação fermentativa sobre o próprio ácido láctico	Produce ácido butírico
Proteolíticas	Fermenta proteínas e outros compostos azotados	Degradam o azoto	Produce azoto amoniacal

- **Leveduras e fungos**

- Estão mais associados a fermentações aeróbias que decorrem após a abertura do silo, mas também podem existir em condições de anaerobiose pela ação fermentativa das leveduras sobre o ácido láctico.
- São resistentes a valores de pH baixo, podendo-se desenvolver
- Pode-se saber se estão presente se houver elevado teor de etanol

- **Aspeto positivos da fase fermentativa**

- Existe maior disponibilidade de açúcares solúveis
- Rápida multiplicação e atividade das bactérias lácticas (anaeróbias, usam açúcares, produzem ácido láctico, fazem baixar drasticamente o pH)



- **Redução do pH (<4,5):**

- Anula ou reduz a atividade proteolítica das enzimas
- Evita o desenvolvimento de bactérias desfavoráveis (Enterobactérias e bactérias butíricas)

- **Aspetos negativos da fase fermentativa**

- Perda de nutrientes em efluentes
- Continuação da atividade degradativa de enzimas proteolíticas (principalmente em forragens com elevado teor de humidade - >75%)
- Pode ser necessário utilizar inóculos (aditivos)

Fase estável

- Após a fase fermentativa (3ª - 6ª semana): reduzida atividade microbiana, com boa estanquicidade do silo
- Valores de pH que permitem uma conservação estável:
 - pH 4,0 (forragens com 20% MS- mais água)
 - pH 4,5 - 5,0 (forragens com 30-40 % MS- menos água)
- Se entrar ar nesta fase: deterioração aeróbia da zona de silagem em que o ar consiga entrar, com desenvolvimento de fungos, micotoxinas e inutilização da massa afetada
→ Esta deverá ser retirada e rejeitada durante a fase de utilização.

Fase de utilização

O principal problema da fase de utilização é a superfície exposta da silagem, devido a:

1) Penetração de oxigénio

- a. Nesta fase é importante evitar a infiltração de ar.
- b. Esta é influenciada por:
 - i. Equipamentos utilizados para desensilar
 - ii. Densidade e porosidade da silagem
 1. Dimensão do recorte;
 2. % MS;
 3. Estado de maturação;
 4. % Fibra;
 5. Pressão da altura de armazenamento do silo

2) Degradação aeróbia

- a. A degradação aeróbia resulta da atividade de enterobactérias, leveduras e fungos.
- b. Usam como substrato os açúcares residuais que não sofreram fermentação, os ácidos orgânicos (lático e acético), o etanol e outros nutrientes.
- c. Resulta em:
 - i. Aumento do pH da silagem;
 - ii. Aumento da temperatura;
 - iii. Aumento da atividade microbiana.

Desensilagem e Fornecimento aos animais

Quando se faz a desensilagem o material é sujeito ao contacto com o ar e criam-se condições para a ocorrência de oxidações → **Fermentação Aeróbia Secundária**

- Quando maior for o espaço de tempo entre a remoção da silagem do silo e a sua distribuição aos animais, mais graves serão as consequências desta fermentação;
- As perdas de MS podem chegar até aos 50%.

Importância do dimensionamento dos silos em função das necessidades da exploração:

- Um bom dimensionamento do silo permite a remoção diária de uma espessura mínima de silagem (variável com a época do ano), para evitar uma expansão ainda maior destas fermentações, que reduzem a qualidade do produto

Dimensionamento

Camada retirada, no mínimo com 20 cm

Deve-se retirar a silagem com uma superfície regular.

Considerar antes da construção do silo:

- Possível contaminação de lençóis freáticos;
- Drenagem do silo;
- Local da alimentação dos animais;
- Manobras a realizar no enchimento do silo e na fase de utilização;
- Preparação do terreno envolvente;
- Dimensionar silos em função da quantidade de silagem a retirar diariamente para alimentação do efetivo:
 - Silos grandes vs. Silos pequenos;
 - Número de silos;
 - Fazer cálculos considerando as perdas inerentes ao processo e o número de dias que vamos alimentar o nosso efetivo.

Cálculos:

- 1º Determinar o nº de kg MS de silagem que serão consumidos diariamente pelo efetivo.**

N= efetivo= 200 vacas

Cada vaca como 9 kg de MS/dia

$$200 \times 9 = 1800 \text{ kg MS/efetivo/ dia}$$

- 2º Volume de silagem retirada do silo diariamente - Densidade a que corresponde os kg MS consumidos diariamente. (A densidade depende do grau de compactação da forragem no silo e da cultura considerada)**

Densidade da cultura de milho- 550 kg/m³

Kg		m ³
550	-----	1
1800	-----	X

X= 3,27 m³ -> o que precisamos de remover por dia

- 3º Assumir que queremos remover uma fatia de 20 cm/dia – Dividir pelo volume diário retirado do silo.**

Cm que se tiram por dia- 0,2 cm

$$\frac{3,27}{0,2} = 16,35 \text{ m}^2$$

- 4º Assumir a altura de deposição da forragem – Cálculo da largura do silo**

Altura- 2 metros

$$\frac{16,35}{2} = 8,175 \text{ m de comprimento}$$

4A- 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 desenvolvimento das bactérias lácticas;
- A forragem tem de ter um elevado teor de açúcares solúveis, para se desenvolver as bactérias lácticas

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

Matéria Seca (MS)

- Teor reduzido de MS (se transportarmos muita água):
 - 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
 - se tiver mais de 50% cortamos a forragem num estado muito avançado e prejudica o calcamento, ficando muito ar retido no silo
- Ideal: entre 30 a 35 % de MS
- Atenção a alguns fatores de risco - Reduzida MS:
 - Forragem num estado fenológico muito jovem, têm menor teor de açúcar;
 - Leguminosas ou gramíneas muito fertilizadas com azoto (N)
 - Quando há maior percentagem de proteínas, há menor de açúcares;
 - Tempo húmido e nublado;
 - Forragem cortada com baixas temperaturas ou ao início da manhã
 - cortar as forragens á tarde, depois de atingir o potencial máximo da síntese proteica após o meio-dia

Açúcares solúveis

Diretamente relacionado com:

1) Família Botânica Leguminosas

- a. Tem menor teor de açúcares solúveis, comparativamente com as gramíneas, para qualquer estado vegetativo (vai ter mais proteína que açúcar)
- b. As leguminosas são mais difíceis de ensilar
- c. Plantas com teores elevados de açúcares solúveis na fase de corte ($\geq 12\%$ na MS), apresentam-se mais favoráveis a este método conservativo.
- d. A leguminosa mais fácil de ensilar é o azevém.

2) Condições de Crescimento

- a. Temperatura e Luminosidade elevadas favorecem a sua síntese dos açúcares
 - i. Mais sol → maior taxa fotossintética → mais reservas → melhor silagem.
- b. Precipitação forte e concentrada pode reduzir em mais de 50% este teor;
- c. O mesmo acontece em períodos prolongados de seca.

3) Estado fenológico

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

4) Maneio da forragem

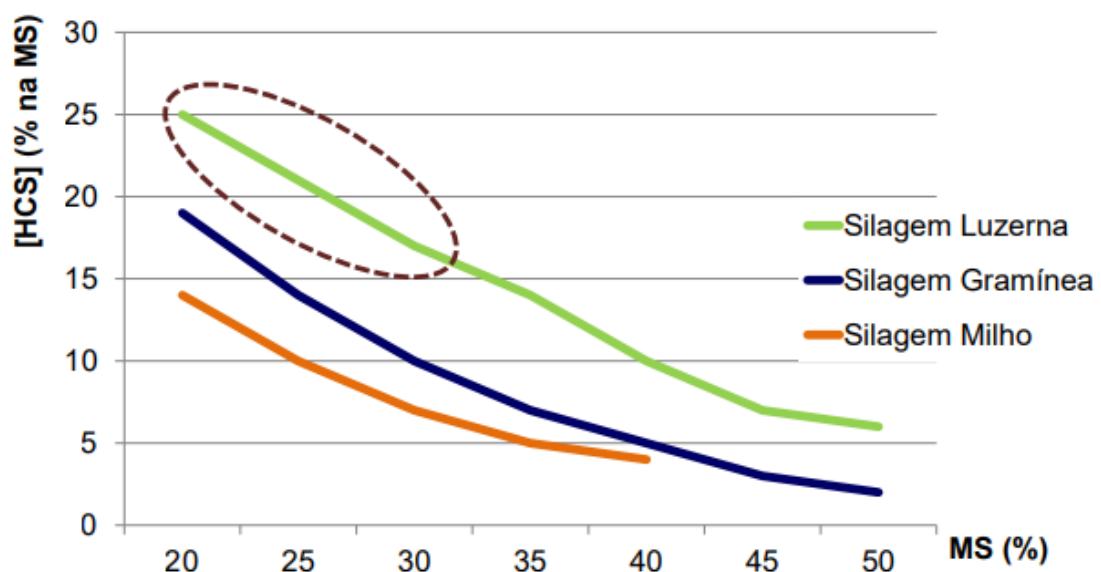
- a. Fertilização: Elevadas taxas de adubação azotada conduzem a um aumento da concentração de azoto na forragem e a um decréscimo no teor de hidratos de carbono solúveis (açúcar)
- b. Densidade: elevadas densidades de sementeira conduzem a forragens com menores teores de açúcares solúveis

Capacidade Tampão

Forragens com elevada capacidade tampão (dificuldade da resistência á mudança de pH):

- Oferecem maior resistência à redução de pH
- Como é mais resistente aumenta 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, logo têm fraco potencial de ensilabilidade.
- As gramíneas têm baixo poder tampão porque têm pouca proteína

Concentração inicial de Hidratos de carbono solúveis necessária para uma fermentação adequada a diferentes níveis de MS



HCS- teor de açúcar necessário para que haja uma boa fermentação

- **O que pode fazer variar a qualidade das leguminosas**

- Espécie forrageira (leguminosa ou gramínea)
- Condições de crescimento
- Maneio da forragem
- Época de corte ideal
- Estado fenológico da forragem

- **O que podemos fazer para melhorar**

- Reduzir MS
- Elevados Açúcares solúveis
- Baixo poder tampão

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					

Quanto menor o teor de matéria seca (mais humidade), menor (mais ácido) terá que ser o pH da silagem, para se ter uma silagem de qualidade. Na tabela acima, os valores a vermelho não são bons para trabalhar.

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.

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 (maiores perdas por respiração))
- **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 por tonelada de erva ensilada
 - Os efluentes têm elevado risco ambiental, sendo preciso recolher em tanques/fossas, não havendo contaminação dos lençóis freáticos.
 - Quanto maior for a MS, menores serão as perdas de efluentes
 - Forragem com 30% MS → perdas de efluentes muito reduzidas
- **Perdas por fermentação**
- **Perdas no Silo**
 - Parede e base do silo

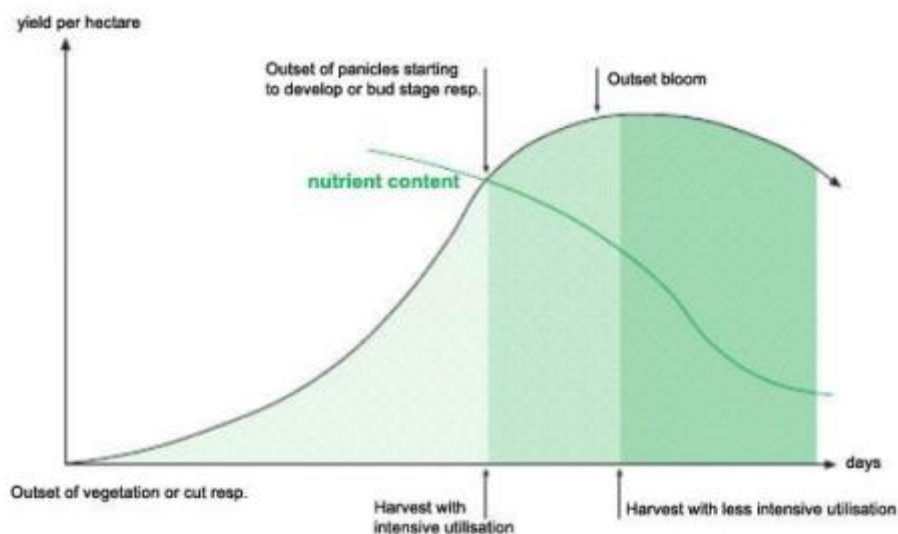
Valor alimentar das silagens

Vamos querer limitar estas perdas porque, perdas no processo de ensilagem leva, a desvalorizações nutritivas, o que leva a uma menor ingestibilidade e digestibilidade.

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)
- Na fenação é o contrário, os fenos têm menor digestibilidade da MO que a erva verde
- 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)

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



Qual o momento ideal para fazer o corte?

O momento ideal para fazer o corte é o verde do meio, onde há maximização do conteúdo nutritivo mas a biomassa ainda não atingiu o seu potencial.

Digestibilidade das Matérias Azotadas

- No processo de ensilagem há degradação progressiva do azoto proteico, onde o azoto proteico transforma-se azoto não proteico
- Maior número de azoto não proteico
- Menores teores de açúcares solúveis
 - No rúmen: maior Produção de amoníaco
- Má utilização do azoto da silagem
 - Maiores perdas urinárias
 - Menor valor alimentar das forragens

Ingestibilidade

- Quantidade de MS ingerida diminui (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
- Os animais preferem alimentos com pH mais elevado (menos ácido)
- **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
- **Fungos e leveduras**
 - Promovem o aparecimento de várias enzimas (sobretudo em condições de elevada temperatura), o que diminui a ingestão de silagens contaminadas por parte dos animais.

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 (não houve muita redução do pH no silo) 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
- **Pestes:** botulismo causado pela morte de pestes (rato) que se degrada dentro do silo.

Crítérios 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 e a ácido acético”, ranço ou açúcar queimado
 - **Textura**
 - Boa qualidade: Firme e homogénea
 - Má qualidade: separação da fração fibrosa e presença de bolores

- **Análise química**

- Retira-se a amostra de várias zonas do silo, fazendo uma amostra homogeneia e congelar se não for logo para o laboratório (compostos voláteis que vão embora se não se congelar)
- Deve-se analisar os seguintes parâmetros:
 - MS
 - pH
 - Ácido acético e butírico
 - Azoto solúvel
 - Azoto amoniacal

Análise química de uma silagem de boa qualidade

MS	Próximo de 30%	
pH	Inferior a 4,5	Inferior a 4 não comem
Ácido butírico	Ausência total	
Ácido acético	Inferior a 2% na MS	Contribui para primeira acidificação no silo
Razão $N_{amoniacal}/N_{total}$	Inferior a 10%	

Caso se desconfie da qualidade da silagem, é preferível investir na sua análise a correr o risco de alimentar o animal com o produto de má qualidade, porque se gasta mais dinheiro a resolver os problemas do que numa análise do laboratório.

Melhoria da qualidade silagem

Pré-secagem (feno-silagem)

Vantagens	Desvantagens
Menor perda de efluentes	Maior perdas no campo
Maior ingestibilidade (menos ácido -> mais palatibilidade)	Maior fase aeróbia
Menor fermentação butírica	Maiores perdas por proteólise enzimática
Menor necessidade de uso de aditivos	

Uso de aditivos

- Reduzem as perdas e aumentam o valor alimentar das silagens.
- Os aditivos podem ser agrupados nos seguintes grupos:
 - Estimulantes
 - Inibidores
 - Nutrientes
 - Adsorventes

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
- **Exemplo 2:** Adição de açúcares solúveis
- **Exemplo 3:** Adição de enzimas glucolíticas (permitem a hidrólise da celulose e hemicelulose, aumentando os açúcares solúveis)

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

Aditivos nutrientes

- Produtos azotados não proteico (ureia e amoníaco) - adicionam proteína.
- 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
- Efluentes são absorvidos pelos de cima.

Qual o aditivo a utilizar?

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

4B- Comparação dos métodos de conservação

Vantagens	
Ensilagem	Fenação
• Menos sujeita a condições atmosféricas imprevisíveis (chuva); • Menores perdas, quando bem executada, o que a torna mais rentável. • Valorização de alimentos que de outra forma são deficientemente consumidos pelos animais; • Está menos sujeita ao risco de incêndios.	• Menor investimento em equipamentos; • Menos exigências de programação e organização; • Menos riscos por erros de execução

Comparação em termos de:

- Kg de MS produzida
- Unidade forrageira (UC) fornecidas

Comparação de diversos Fenos

		%	(% na MS)				
		MS	PB	FB	Hemicelulose	Celulose	Lenhina
Leguminosas	Feno de Luzerna	85,9	14,4	34,9	11,4	33,7	11,5
	Feno de Ervilhaca	87,3	13,7	36,6	15,6	33,6	10,6
Gramíneas	Feno de Aveia	83,2	6,8	33	24,9	35,7	5,3
	Feno de Azevém	80	6,4	36,7	24,9	39,1	5,9

Feno de boa qualidade – boa qualidade de MS

Leguminosas:

- Mais proteína
- Mais percentagem de lenhina, tem mais folhas, mas caem facilmente havendo uma maior proporção de caule/folhas

Comparação Forragem verde e Feno correspondente

	Forragem verde (Luzerna)	Feno seco (Luzerna)	
MS (%)	17,5	84	Perda de água
PB (%MS)	27,1	18,6	Perde 9 pontos percentuais
Hemicelulose (%MS)	12,4	11,9	Praticamente iguais
Celulose (%MS)	23,9	25,6	
Lenhina (%MS)	6,8	6,7	
Digestibilidade MO (%)	71,6	68,2	Muito mais reduzido porque perdemos proteína (componentes mais digestíveis da planta)

Composição química da forragem e feno correspondente nas primeiras horas de dessecação

		% MS	Glúcidos solúveis H ₂ O (g/kg MS)	N total (g/kg MS)	(% de N total)		
					N prot	NNP	N NH ₃
Gramínea verde		17,3	213	26,6	92,5	7,5	0,12
Boas condições	6h após corte	34,9	215	28,2	87,6	12,4	0,11
	48h após corte	46,2	203	28,9	83,5	16,5	0,26
Más condições	6h após corte	19,9	211	29,9	75,3	24,7	0,26
	48h após corte	37,5	175	31,0	69,0	31,0	2,64

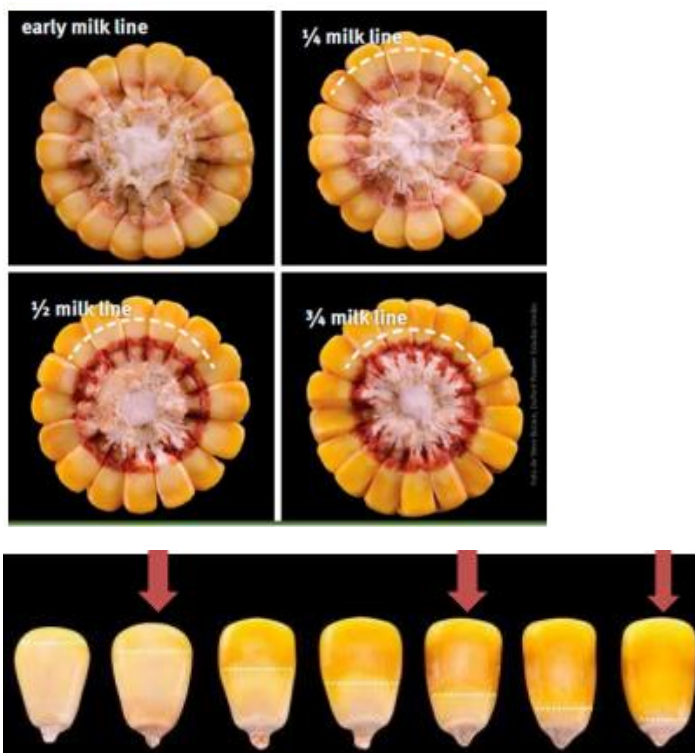
O que muda, proteólise enzimática dos açúcares e azoto proteico.

Comparação Forragem verde e Silagem correspondente

	Forragem verde (Milho)	Silagem de Milho
MS (%)	27,4	31,0
MO (%MS)	93,4	93,5
PB (%MS)	7,8	7,4
Hemicelulose (%MS)	21,7	21,0
Celulose (%MS)	22,4	22,5
Lenhina (%MS)	4,0	3,5
pH	-	4,0
Digestibilidade MO (%)	70,4	68,8

Maior aproveitamento da proteína em comparação á fenação

Silagem de milho



Estado pastoso – etapa que queremos para silagem de milho (seta do meio da imagem)

Produtos finais comuns da fermentação em silagens de leguminosas e gramíneas

	Silagem Leguminosa		Silagem Gramínea
	(30-40%MS)	(45-55% MS)	(30-35%MS)
pH	4,3-4,7	4,7-5,0	4,3-4,7
Ác. láctico (%)	7,0-8,0	2,0-4,0	6,0-10,0
Ác. acético (%)	2,0-3,0	0,5-2,0	1,0-3,0
Ác. propiónico (%)	<0,5	<0,1	<0,1
Ác. butírico (%)	<0,5	0	0,5-10
Etanol (%)	0,2-1,0	0,5	0,5-1,0
N-amoniacoal (% PB)	10,0-15,0	<12,0	8,0-12,0

Menor teor de ácido láctico- não se precisou de reduzir tanto o pH não havendo muita produção de bactérias lácticas

Ácido acético- é preciso na primeira fase aeróbica para redução de pH

Ácido butírico- quer-se próximo de 0

Etanol- serve para determinar leveduras e fungos- quer-se igual a 0

N amoniacoal- deve ser abaixo de 15

As gramíneas têm mais açúcar que as leguminosas, o que leva a um maior teor de bactérias lácticas, havendo maior produção de ácido láctico.

Comparação de silagens de milho

	Silagem de milho	
	(30-40%MS)	(70-75% MS)
pH	3,7-4,2	4,0-4,5
Ác. láctico (%)	4,0-7,0	0,5-2,0
Ác. acético (%)	1,0-3,0	<0,5
Ác. propiónico (%)	<0,1	<0,5
Ác. butírico (%)	0	0
Etanol (%)	1,0-3,0	0,2-2,0
N-amoniacoal (% PB)	5,0-7,0	<10,0

Azoto amoniacoal mais elevado porque a planta está mais seca

Composição – Silagem gramínea vs. Silagem de milho

	Silagem de gramíneas	Silagem de milho
MS (%)	18,6	28,5
pH	3,9	3,9
N total (g/kg MS)	23,0	15,0
N proteico (% NT)	23,5	54,5
N Amoniacoal (% NT)	7,8	6,3
HC solúveis (% MS)	1,0	1,6
Amido (g/kg MS)	0- sem grão	206
Ácido acético (% MS)	3,6	2,6
Ácido butírico (% MS)	0,14	0
Ácido láctico (% MS)	10,2	5,3
Etanol (% MS)	1,2	<1,0

Azoto proteico maior na silagem de milho

Gramínea → mais açúcar → mais bactérias lácticas

Composição em Hidratos de Carbono não fibrosos de Silagens e Fenos

	(% de NFC)			
	Açúcares	Amido	Pectinas	AGV
Feno de gramíneas	35,4	15,1	49,5	0
Silagem de luzerna	0	24,5	33,0	42,5
Silagem de milho	0	71,3	0	28,7

- **Açúcares**- são diferentes porque não há consumo de açúcares no processo de fenação
- **Amido**- milho- temos grão a aparecer
- **Quando há grão não há peptinas**
- **AGV**- resultam da fermentação

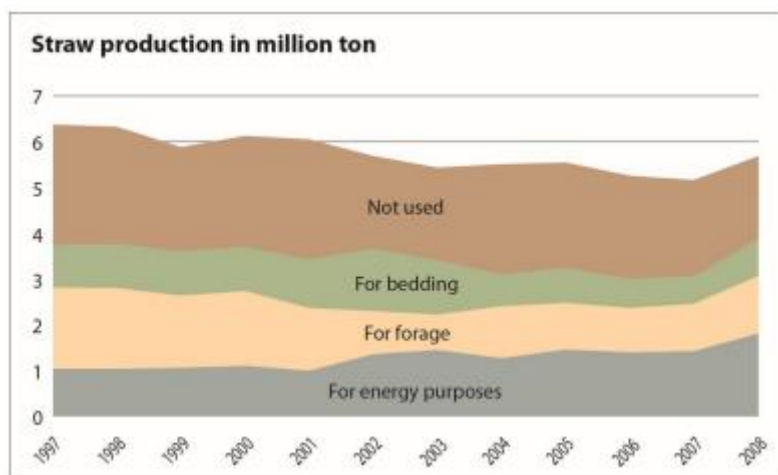
5A- Palha

Definição

- A palha é toda a forragem depois de retirar o grão.
- Inclui caule, folhas e ráquis
- **Tipos de palha**
 - Palhas de cereais
 - Palhas de leguminosas
 - Exemplos: Vicias, Lens culinaris, Lupinus

Produção e utilização

- Apenas 15% das palhas produzidas são usadas na alimentação animal.
- Na Europa, a palha de trigo e de cevada são as mais produzidas.



For energy purposes- Bioenergia

Mais produzidas na europa- milho e cevada

Utilização

Grande produção de palha → INTERESSE: Melhorar o seu valor nutritivo

Oportunidade:

- Os ruminantes têm capacidade de utilização desta produção
- Reduzir custos de alimentação

Características morfológicas e químicas das Palhas

- Elevados teores de paredes celulares;
- Baixos teores em matérias azotadas, hidratos de carbono solúveis, minerais e vitaminas;
- Os teores de matérias azotadas estão relacionados com o tipo de adubação que foi feita no manejo da cultura;
- Necessidade de suplementar com um alimento com, pelo menos, 7% de PB;
- Têm digestibilidades muito baixas;
- Palha de leguminosas
 - perdem facilmente as folhas
 - Maior teor de PB, menor teor de hemicelulose e celulose e maior teor de lenhina (comparativamente com a palha de gramíneas);
 - A ingestibilidade da palha de leguminosas é maior do que a de gramíneas (velocidade de degradação da palha de leguminosas é maior).
- Gramíneas
 - A MO digestível é mais baixa na palha de gramíneas;

Valor alimentar da palha

- Baixa digestibilidade da palha
 - Elevado grau de lenhificações, com ligações covalentes entre celulose e hemicelulose;
 - Teor reduzido de hidratos de carbono solúveis;
 - Baixo teor em minerais, em especial, Enxofre (S)- mineral precursor de tiamina (desenvolvimento corporal) e cisteína.
- Estratégias para maximizar a utilização da Palha:
 - **Suplementação**- otimizar as condições de fermentação para garantir a degradação dos compostos fibrosos
 - **Tratamento das palhas**- permitir a acessibilidade dos microrganismos às paredes celulares

Suplementação de palhas

Objetivos da suplementação:

- Maximizar a quantidade de palha ingerida;
- Assegurar condições ótimas para a atividade celulolítica;
- Tentar cobrir as necessidades de conservação e parte de produção (a considerar apenas em ruminantes de baixa produção)

Tipos de suplementação

A. Azotada

- a. A palha é pobre em N → Limitação ao desenvolvimento de microrganismos no rúmen

B. Energética

- a. **Objetivo:** Fornecer produtos rapidamente fermentescíveis no rúmen Atenção: Não utilizar alimentos ricos em amido → Alteração do equilíbrio entre bactérias celulolíticas e amilolíticas

C. Mineral

- a. **Objetivo:** Facilitar a síntese de aminoácidos sulfurados

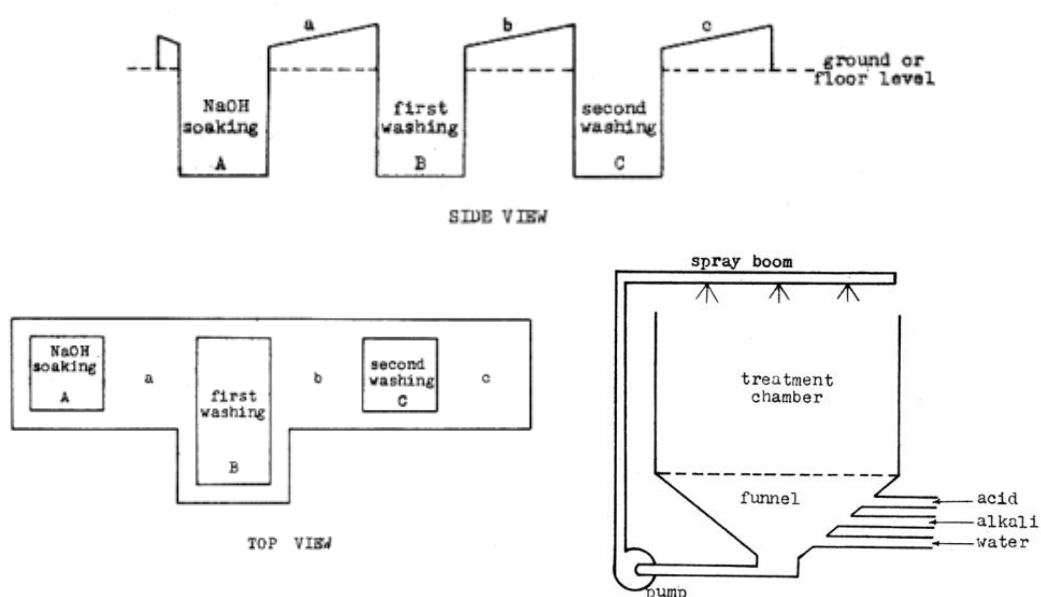
Tratamentos de palhas

• Tratamentos físicos

- Moenda
 - Aumento da ingestão
 - Menor Refugo
 - Facilita a incorporação da palha em mistura com outros alimentos
- Tratamentos térmicos (Vapores com altas pressões)
- Tratamentos por radiação

• Tratamentos químicos

- Agentes oxidantes
- Ácidos fortes
- Bases – Aplicação de alcalis (NaOH, Ca(OH)_2 , NH_3)
 - **Método húmido**
 - Palha é imersa numa solução química
 - 10 L de solução por cada kg de palha seca
 - **Método seco**
 - Palha é pulverizada com uma solução química
 - 0,1 a 3 L de solução por cada kg de palha seca



Efeitos da aplicação de Alcalis:

- Maior CUD MO (coeficiente de aceitação da matéria orgânica)
- Não existem problemas de aceitação pelos animais (a comida não vai ser ácida);
- Esta palha continua deficiente em N (necessita suplementação);
- Ingestão elevada de Na, que pode provocar desequilíbrios na ingestão de Mg;
- Manuseamento complicado (tudo onde os fardos tocarem vai ficar branco)

Tratamentos biológicos

- Cultura de fungos
- Enzimas

Comparação- tratamentos de palhas

		Não tratada	Tratada Álcalis (8 kg de NaOH/100 kg de palha seca e neutralizada com ácido propiónico)
Palha cortada	Dig MO (%)	45	61
	Ing MS (g/kg PV ^{0,75})	27	48
	Ing ED (g/kg PV ^{0,75})	46	114
Palha moída (crivo de Ø 2 mm)	Dig MO (%)	45	64
	Ing MS (g/kg PV ^{0,75})	36	54
	Ing ED (g/kg PV ^{0,75})	60	132

Palha cortada- Aumenta a ingestibilidade de MS

A moenda é mais utilizada mas o tratamento químico com alcalis é o mais eficiente.