

# CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGEM



**Prof. Titular UNESP/Jaboticabal, Pesquisador do CNPq  
E-mail: [rareis@fcav.unesp.br](mailto:rareis@fcav.unesp.br)**

**UNESP - Jaboticabal/SP  
Brasil**

# Conservação de Forragem Silagem

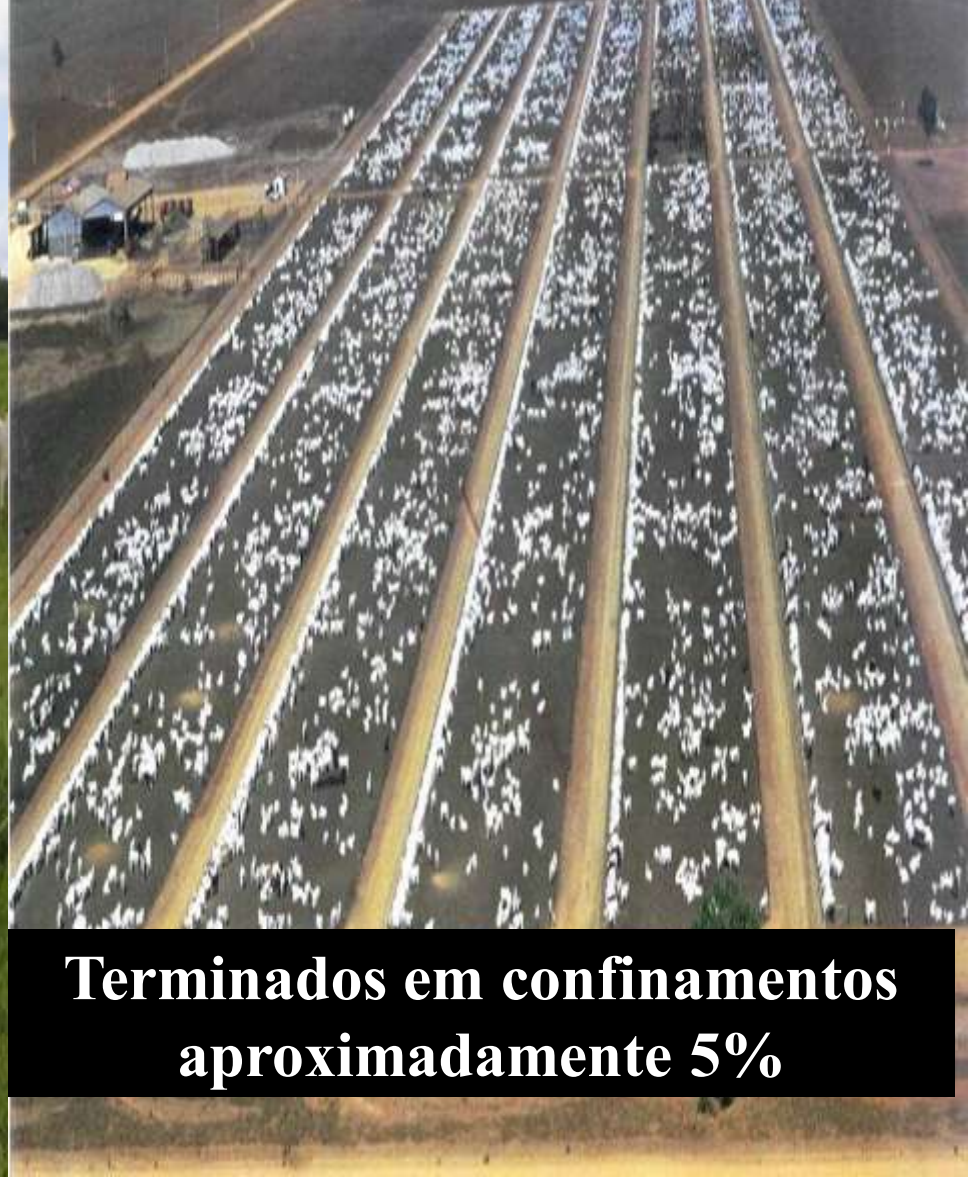


# Sistema de Produção de Carne



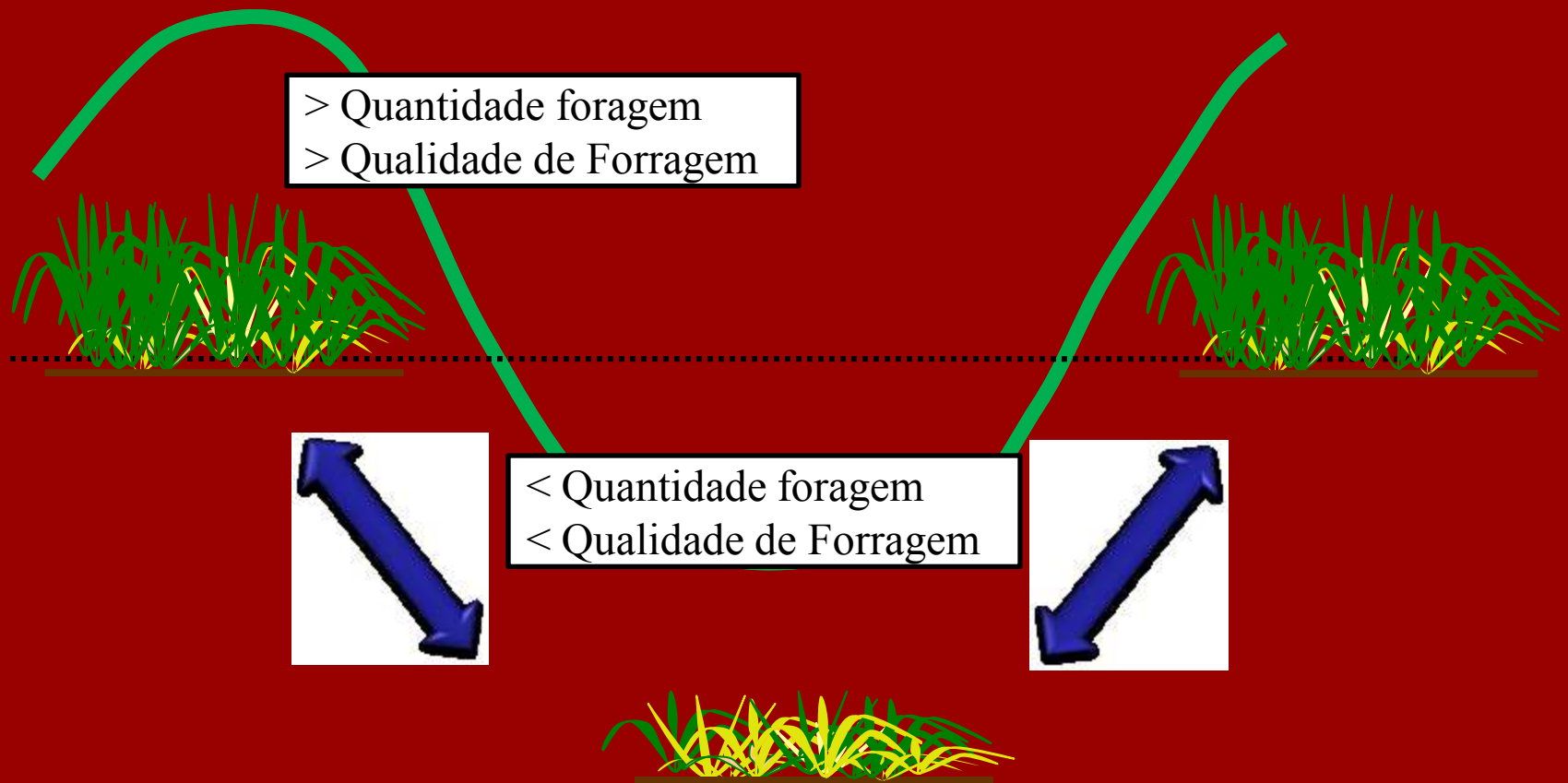
**Terminados no pasto  
aproximadamente 95 %**

22 12 2006



**Terminados em confinamentos  
aproximadamente 5%**

# Produção de forragem



jan fev mar abr mai jun jul ago set out nov dez



# Alternativas

Vedação do pasto

Capineira

Feno

Silagem



**Silagem: forragem fresca conservada mediante o processo de fermentação**

**Ensilagem: é o processo de produção de silagens**

**Silo: local para o armazenamento de silagens**

# Processo de ensilagem

Fatores inerentes ao processo:

- Colheita → tamanho de partícula  
→ ponto ideal
- Enchimento
- Compactação
- Vedação
- Processos fermentativos

# Colheita



17 3 2007

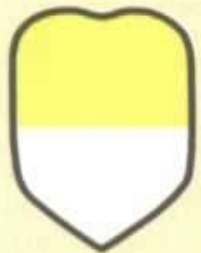




**Leitoso (linha do leite ausente)**



**Linha do leite  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{3}$  do grão**



**Linha do leite na metade do grão**

**Ideal**



**Linha do leite a  $\frac{3}{4}$  do grão**



**Grão duro (linha do leite completa)**

7 3 2007





✓ Tamanho de partícula



# Tamanho de partícula

Cana

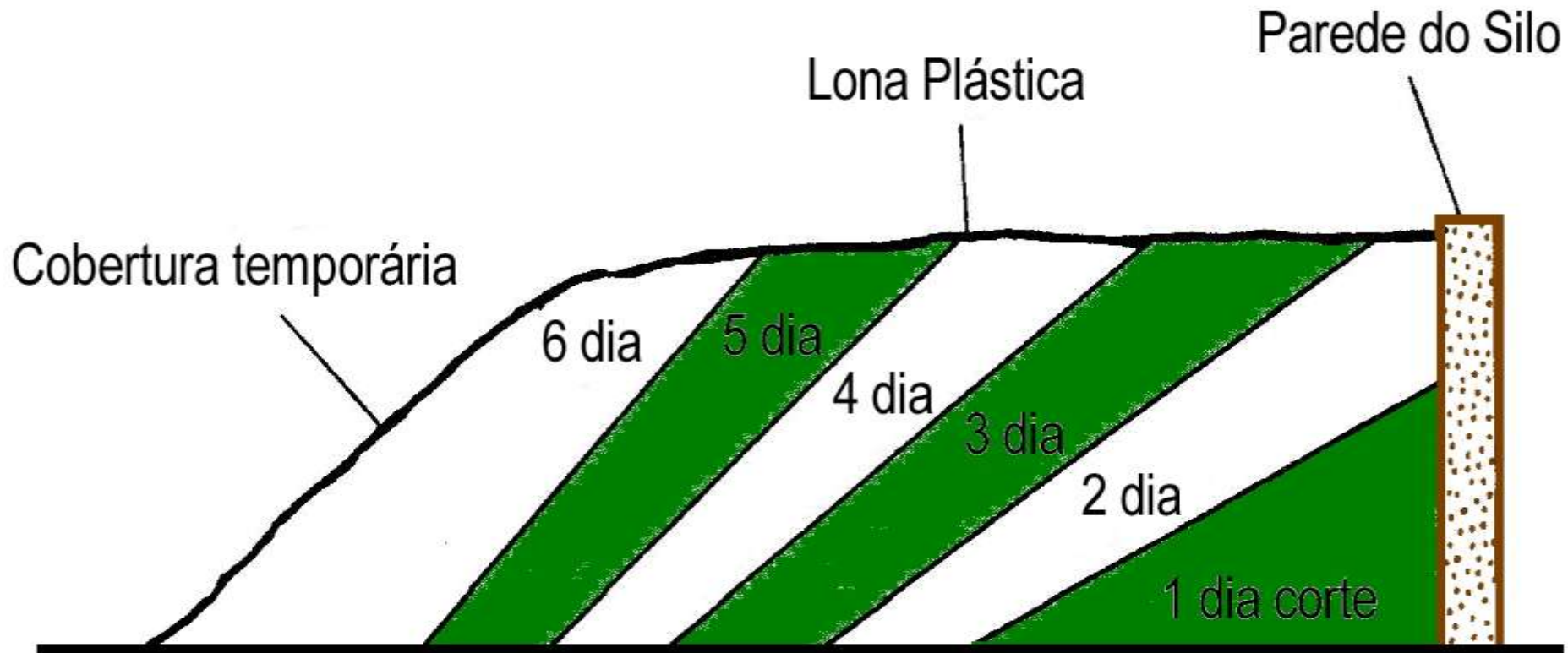


17 15:51



2 5 2007

# Enchimento



# ESQUEMA DE ENCHIMENTO PARCIAL DO SILO.







# Compactação

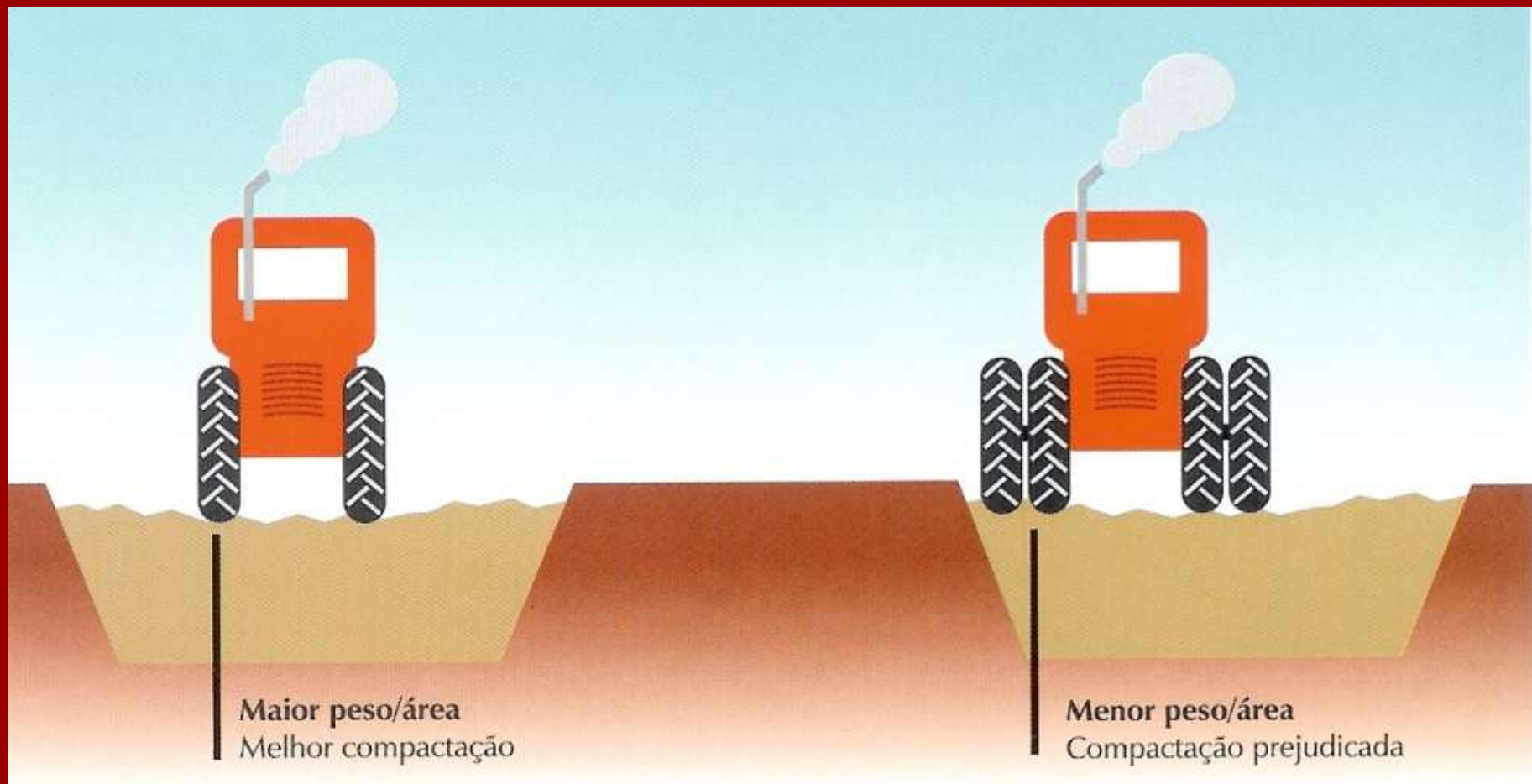




**Peso do trator = 40% t transportada / hora**

**Extensão compactação = 1-1,2x turno de colheita**



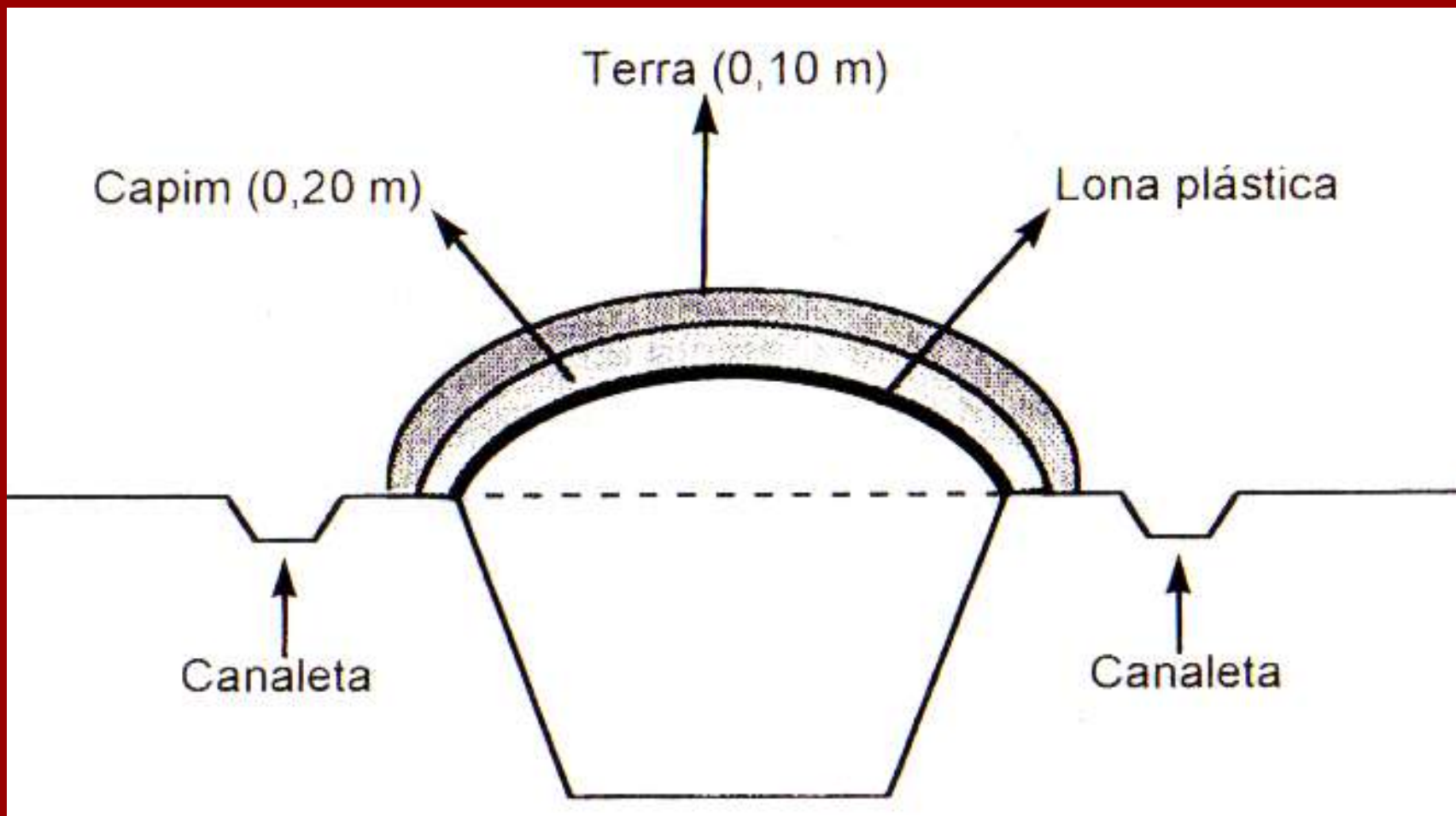


**Vedação**

**Lona**

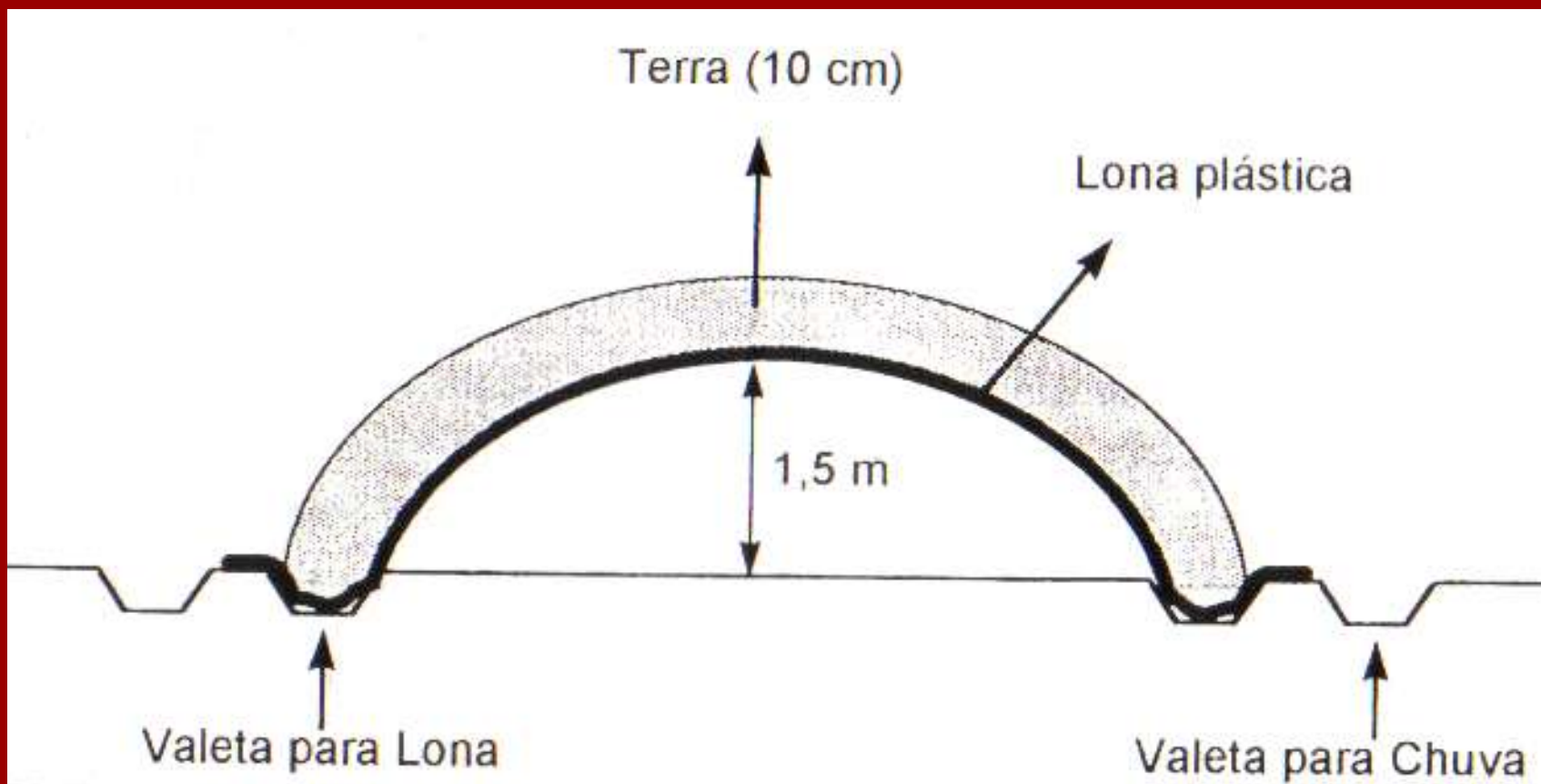
**Cobertura**





Silo trincheira carregado

Evangelista e Rocha, 1997



Silo de superfície carregado

Evangelista e Rocha, 1997



<b>Processos</b>	<b>Após Fechamento</b>
<b>Respiração da Planta</b>	→
<b>Hidrólise Enzimática</b>	→
<b>Morte das Células</b>	→
<b>Leveduras</b>	→
<b>Fungos</b>	→
<b>Bactérias Aeróbias</b>	→
<b>Bactérias Láticas</b>	
<i>Clostridium</i>	
<b>Hidrólise Ácida</b>	

**Principais fases e atividades das plantas, microrganismos e processos químicos observados durante a ensilagem**

**Fonte: Adaptado de ROTZ e MUCK (1994)**

## Processos

## Fermentação Ativa

**Respiração da Planta**

**Hidrólise Enzimática**

**Morte das Células**

**Leveduras**



**Fungos**

**Bactérias Aeróbias**

**Bactérias Lácticas**



*Clostridium*

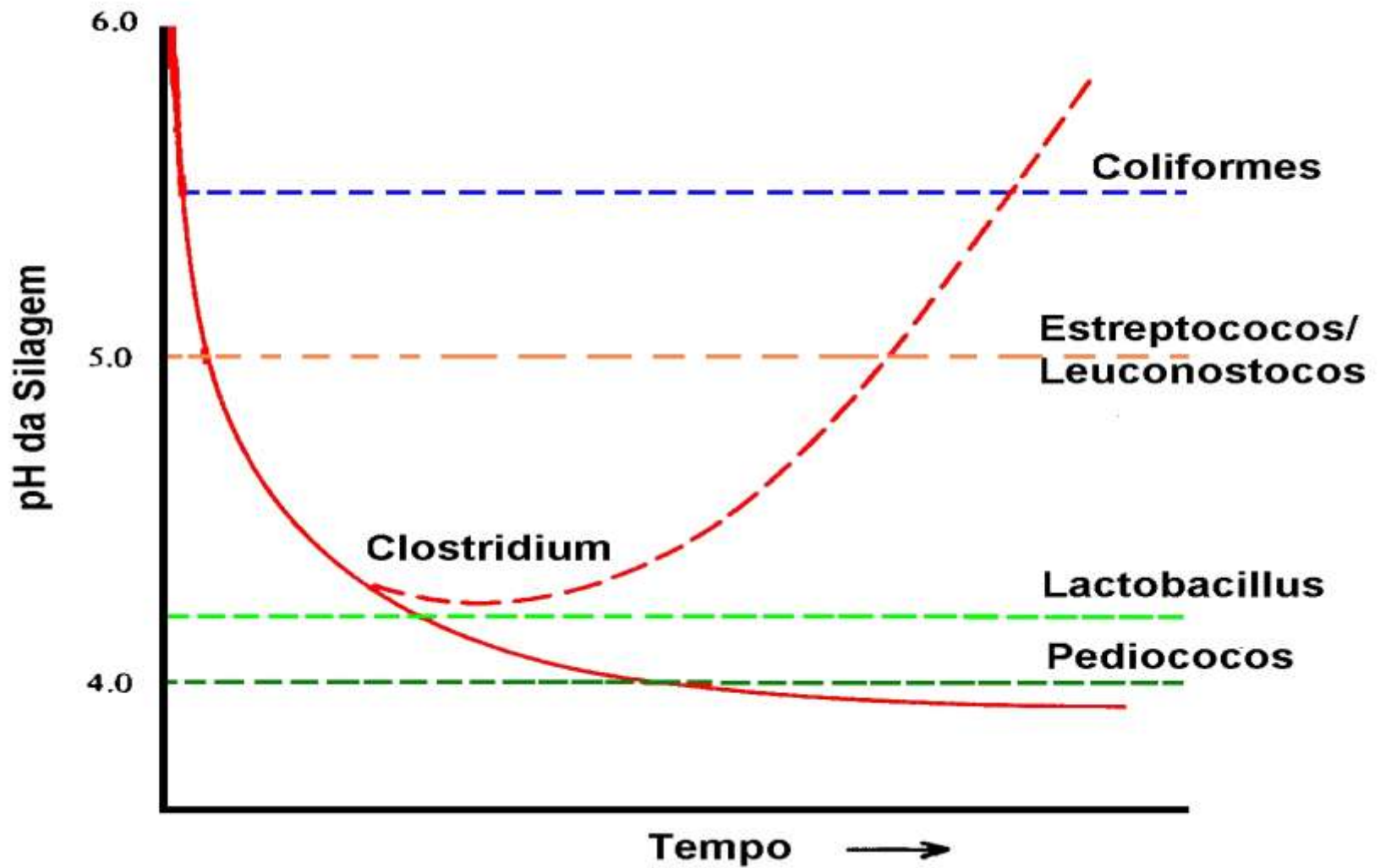


**Hidrólise Ácida**



Principais fases e atividades das plantas, microrganismos e processos químicos observados durante a ensilagem

Fonte: Adaptado de ROTZ e MUCK (1994)



Mudanças qualitativas da microflora da silagem durante o processo de fermentação  
Fonte: WOOLFORD (1984)

Tipo de Fermentação	Produto Final	Recuperação(%)	
		MS	Energia
Homolática (glucose)	ácido lático	100	99
Heterolática (glucose)	ácido lático, etanol, CO <sub>2</sub>	76	98
Heterolática (frutose)	ácido lático, acético, manitol, CO <sub>2</sub>	95	99
Levedura (glucose)	etanol, CO <sub>2</sub>	51	99
<i>Clostridium</i> (glicose e lactato)	ácido butírico, CO <sub>2</sub>	49	82

Kung et al., 2003

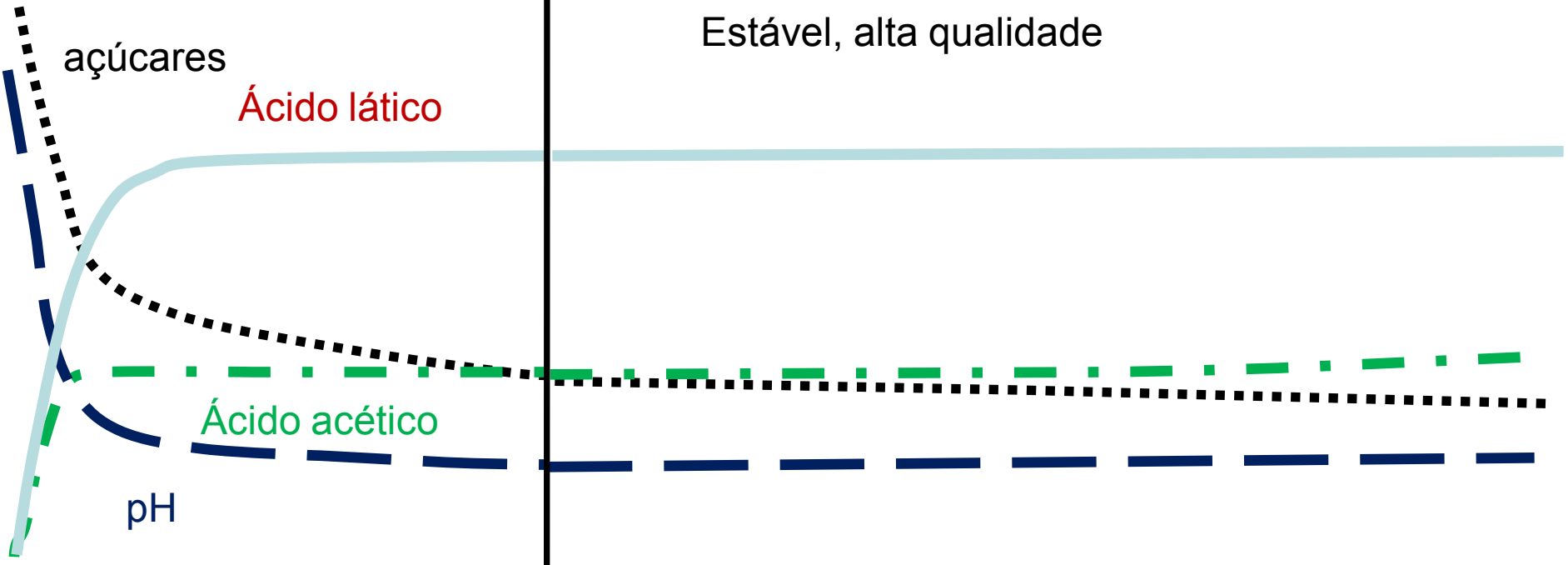
Início da fermentação

Sem ar

Durante a estocagem

Sem ar

Estável, alta qualidade



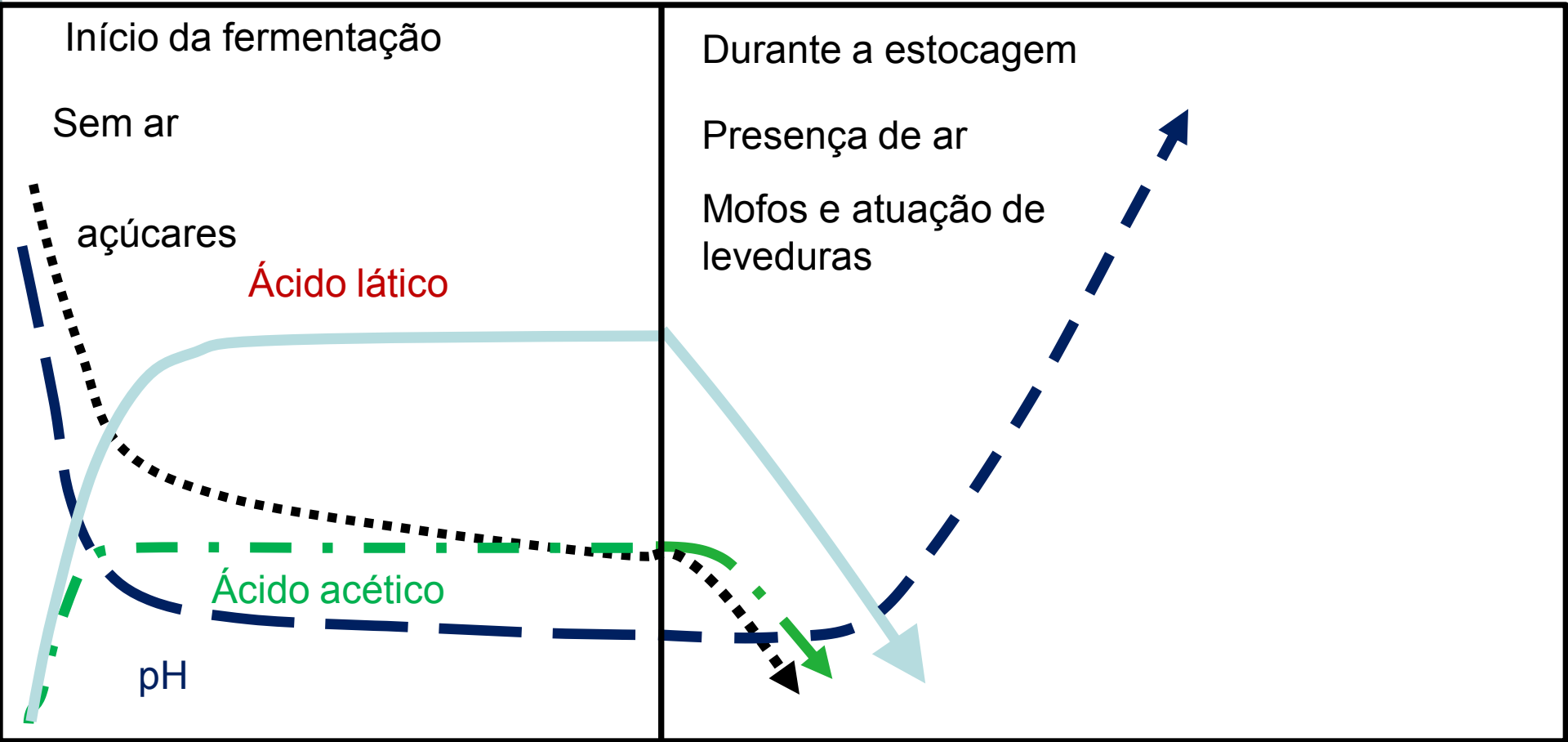
Dias de ensilagem

temperatura

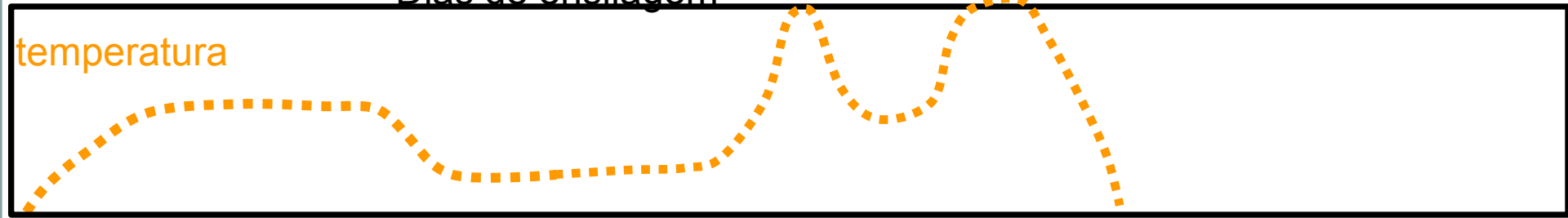




2 5 2007



Dias de ensilagem

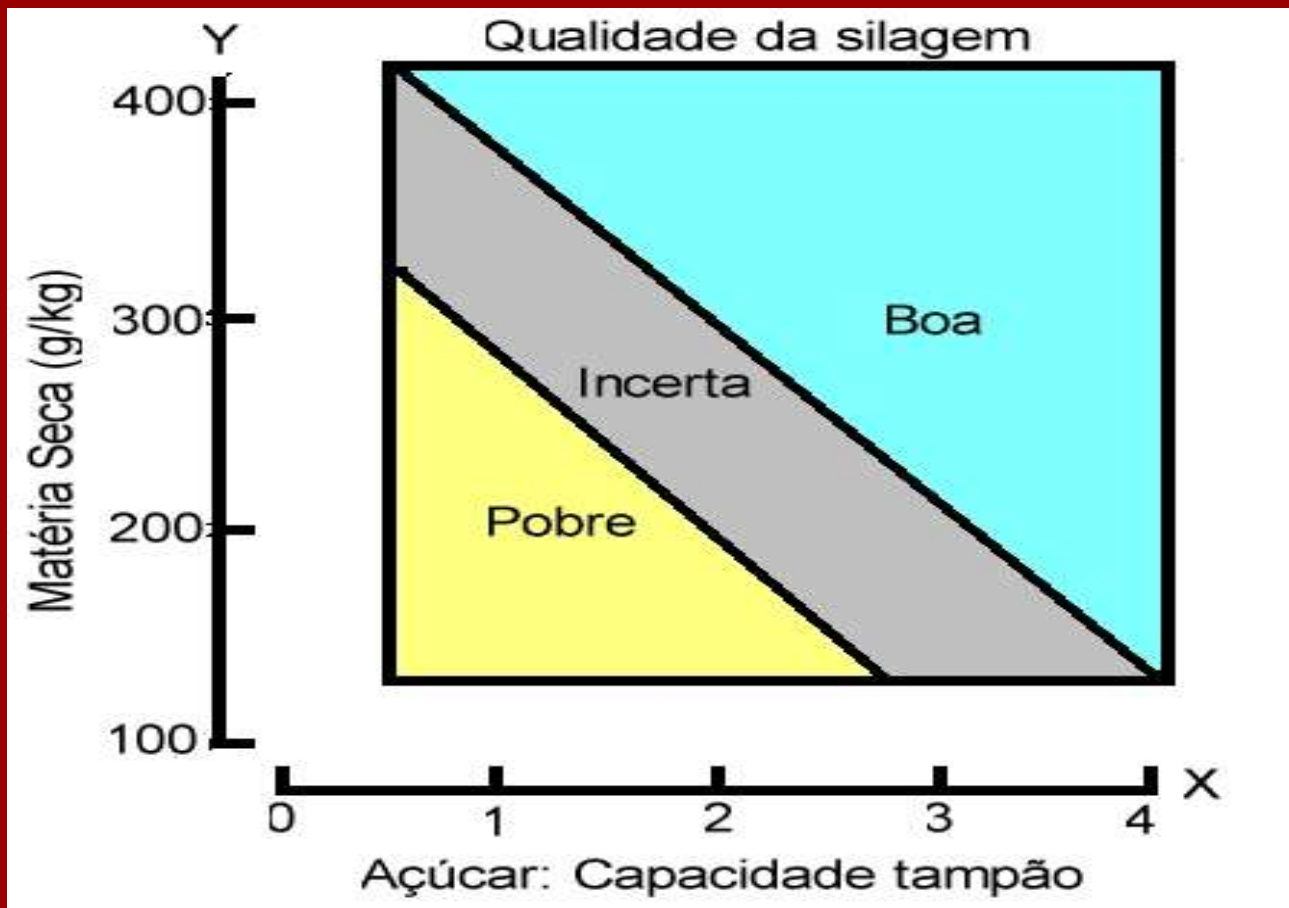


# Processo de ensilagem

## FATORES INERENTES A PLANTA

- Carboidratos solúveis
- Poder tamponante
- Umidade





Relação entre conteúdo de matéria seca (Y) e a relação açúcar/capacidade tampão (X).

$$y = 450 - 80x$$

Y conteúdo de MS (g/kg), X relação CS/CT

Fonte: WEISSBACH et al. (1974)

# Capacidade Fermentativa

$$CF = MS + 8 \times (CS/CT)$$

Matéria Seca (MS %), Carboidratos solúveis (CS em % da MS) e a Capacidade tamponante (CT em e.mg de HCl/100 g de MS).

Weissbach e Honig (1996) citados por Oude Elferink et al. (1999).

- Utilizando os valores da Tabela 2, encontrou-se como CF média o valor de 30,1.
- Segundo Oude Elferink (1999) forragens com CF < 35 são consideradas insuficientes para produção de silagens lácticas.

# Limitações de Plantas Forrageiras para Ensilagem

## 1. Teor de Matéria Seca

- A planta deve conter 30 a 35% de MS
- Teores de MS inferiores
  - Favorece a atuação de *Clostridium*
  - Perdas de MS (efluentes)

## 2. Teor de Carboidratos Solúveis (CHOsol)

- Entre 10 a 15% na MS

## 3. Capacidade Tampão

- Quantidade de alcali necessária para de variar o pH de 4,0 até 6,0 / g de MS – (e.mg / 100g MS)
- Sais de ácidos orgânicos (málico, cítrico e oxálico), ortofosfatos, sulfatos e nitrato (80 a 90%)
- Somente 10 a 20% é devido ao teor de Proteína Bruta

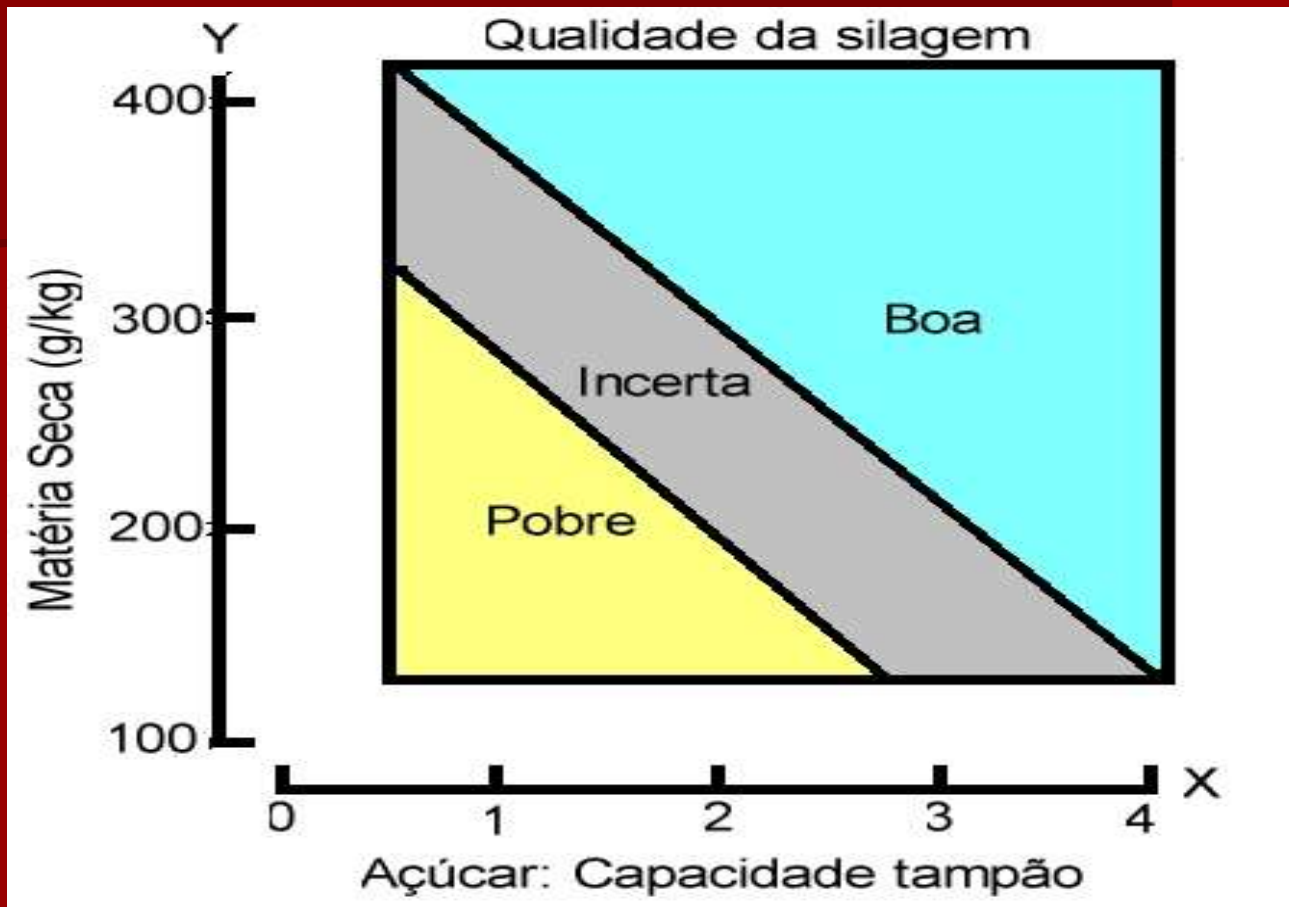
Relação entre teor de matéria seca e pH crítico para produção de silagens estáveis (Weissbachet Alii., 1974)

% Matéria Seca	pH Crítico
15	4,10
20	4,20
25	4,35
30	4,45
35	4,60
40	4,75
45	4,85
50	5,00

## Relação entre % de carboidratos solúveis e a % mínima de matéria seca para a produção de silagens estáveis

<u>% CHOsol na MS</u>	<u>% Mínima de MS</u>
6	50
7	42
8	37
9	33
10	30

Considera exigência de 3% de Carboidratos solúveis, base úmida



Relação entre conteúdo de matéria seca (Y) e a relação açúcar/capacidade tampão (X).

$y = 450 - 80x$  , Y conteúdo de MS (g/kg), X relação CS/CT

Fonte: WEISSBACH et al. (1974)

# Polpa cítrica





# Inoculantes bacterianos

⇒ experimentos 1985 a 1992

⇒ melhora na fermentação

silagens de milho (40%)

silagens de alfafa (75%)

silagens de outras gramíneas (71%)

⇒ aumentou na ordem de 2 a 4%

ganho de peso

produção de leite

consumo



Rotz e Muck (1994)

# Inoculantes bacterianos



Respostas positivas ao uso de inoculantes

⇒ consumo (28%)

⇒ ganho de peso (53%)

⇒ produção de leite (47%)

# Inoculantes bacterianos

ROTZ e MUCK (1994) ⇒ experimentos 1985 e 1992 ⇒  
melhora na fermentação

40% das silagens de milho

75% das silagens de alfafa

71% para silagens de outras gramíneas

Performance animal ⇒ aumentou na ordem de 2 a 4% ⇒  
ganho de peso

⇒ produção de leite

⇒ ingestão

⇒ eficiência do alimento

Respostas positivas ao uso de inoculantes  $\Rightarrow$   
28, 53 e 47% das pesquisas  $\Rightarrow$  consumo,  
ganho de peso e produção de leite,  
respectivamente.



Resposta positiva ao uso do inoculante



Incremento médio de 1,4 kg leite/dia ou 1,8  
kg GP/tonelada de forragem ensilada.

KUNG Jr e MUCK, 1997

# Inoculantes Homoláticos



- O uso de inoculantes bacterianos e outros aditivos em silagens de capins tropicais  $\Rightarrow$  mais estudos no futuro

$\Rightarrow$  desenvolver produtos e protocolos práticos mais adequados às situações brasileiras.

- Custo de inoculantes Br  $\Rightarrow$  variação de R\$ 0,70–2,10/t aditivada.

# Perdas na ensilagem

The background image is a collage of agricultural scenes. The top left shows a harvester in a field. The top right shows a yellow tractor with a trailer. The bottom half shows a large pile of silage with a white tarp on the right side.

**Perdas mecânicas na colheita**

**Perdas por respiração**

**Perdas por fermentação**

**Perdas por efluentes**

**Perdas por atividade de microrganismos aeróbios**

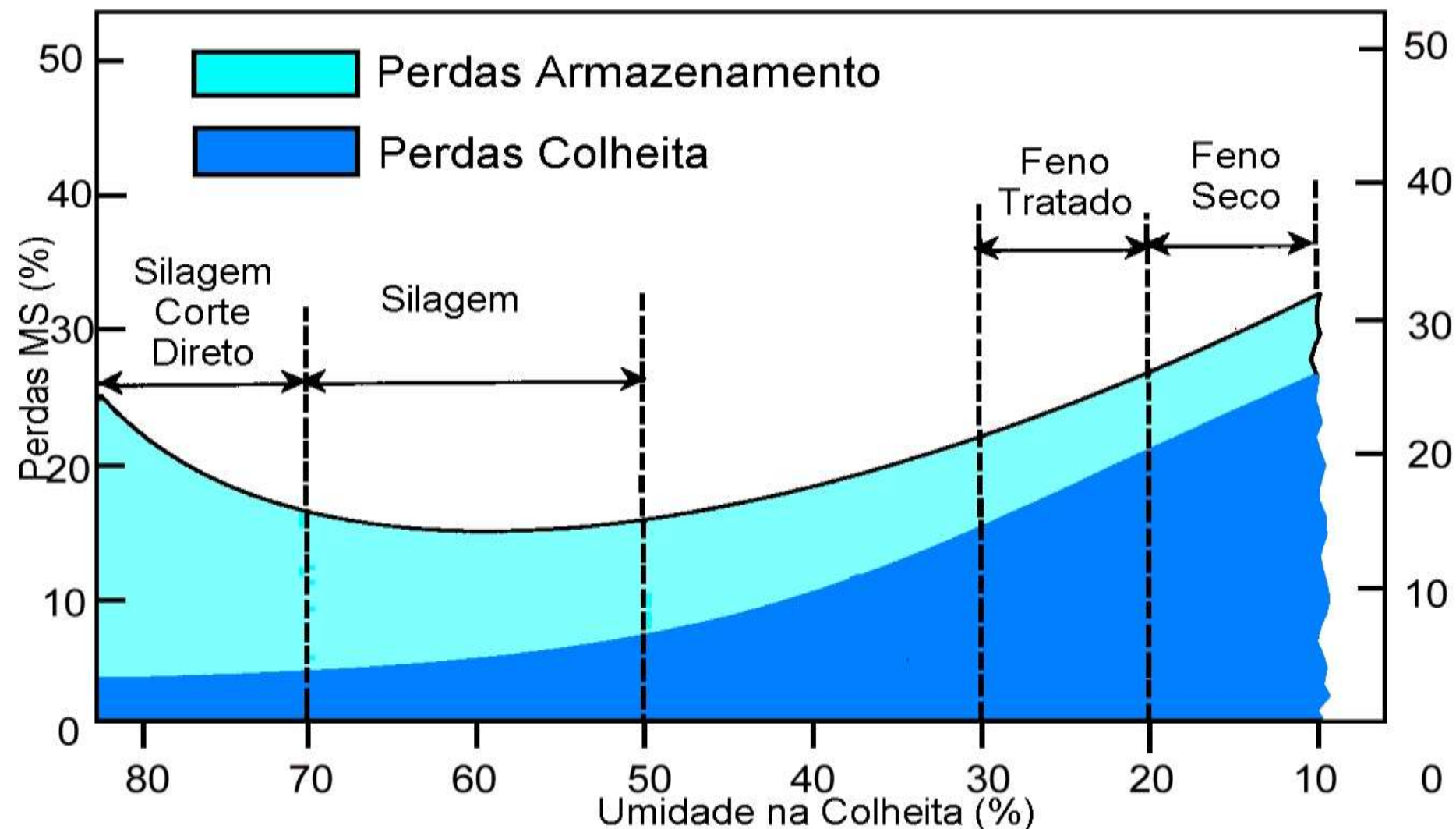




# Perdas de energia no processo de ensilagem

Processos		Perdas (%)	Fatores
Secagem/campo	Inevitável	2 - > 5	Clima, técnica, clima forragem
Respiração	Inevitável	1 - 2	Enzimas da planta
Fermentação	Inevitável	2 - 4	Microrganismos
Fermentação secundária	Evitável	0 - > 5	Forragem, % MS, silo
Efluentes	Inevitável	5 - > 7	% MS
Deterioração aeróbia armazenamento	Evitável	0 - > 0	Tempo de enchimento, forragem, densidade, tipo de silo
Deterioração aeróbia no descarregamento	Evitável	0 - > 15	Tempo de enchimento, forragem, densidade, tipo de silo, estação do ano

# Perdas nos processo de conservação de forragem



Pitt, 1990, Hoglund, 1964

# Perdas no processo de ensilagem e seu controle

- a) Mecânicas na colheita/recolhimento;
- b) Tempo de enchimento do silo, compactação, vedação;
- c) Fermentação: gases e efluente
  - aditivos;
  - tamanho de partícula;
  - teor de umidade.
- d) Deterioração: dentro do silo e após abertura.

# Estabilidade aeróbia

A large pile of organic material, likely manure or compost, is shown under a clear blue sky. The material is densely packed and exhibits a distinct color gradient, ranging from a vibrant green on the left side to a dark brown on the right side. This gradient suggests different stages of aerobic decomposition. The texture appears fibrous and clumpy. Three black text boxes with white text are overlaid on the image: 'Estabilidade aeróbia' at the top, 'Leveduras' in the lower-left, and 'Fungos' in the center-right.

**Leveduras**

**Fungos**

## Processos

## Fase Aeróbia

**Respiração da Planta**

**Hidrólise Enzimática**

**Morte das Células**

**Leveduras**

**Fungos**

**Bactérias Aeróbias**

**Bactérias Lácticas**

*Clostridium*

**Hidrólise Ácida**



Principais fases e atividades das plantas, microrganismos e processos químicos observados durante a ensilagem

Fonte: Adaptado de ROTZ e MUCK (1994)



# Principais volumosos utilizados nos 50 maiores confinamentos

Volumosos	% de Confinamentos
Silagem de milho	48
Silagem de Sorgo	44
Bagaço cru	30
Cana-de-açúcar	24
Silagem de capim	18
Bagaço hidrolisado	6
Capim	6
Silagem de cana	4
Casca de algodão	4
Silagem de milheto	4
Silagem de milho sem espiga	2
Resíduo de milho	2
Resíduo de tomate	2

# Milho



17 3 2007



# Ensilabilidade

$$CF = MS + 8 \times (CS/PT)$$

Bernardes et al. (2002)  
Pedroso (2003)

MS = 33%  
CS = 10 %  
PT = 9,5

CF (milho) = 41  
CF (Desejável) > 35

17 3 2007

**Leitoso (linha do leite ausente)**

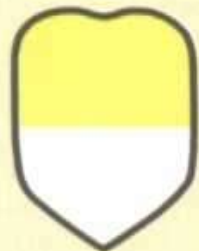
**Linha do leite  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{3}$  do grão**

**Linha do leite na metade do grão**

**Linha do leite a  $\frac{3}{4}$  do grão**

**Grão duro (linha do leite completa)**

**Ideal**



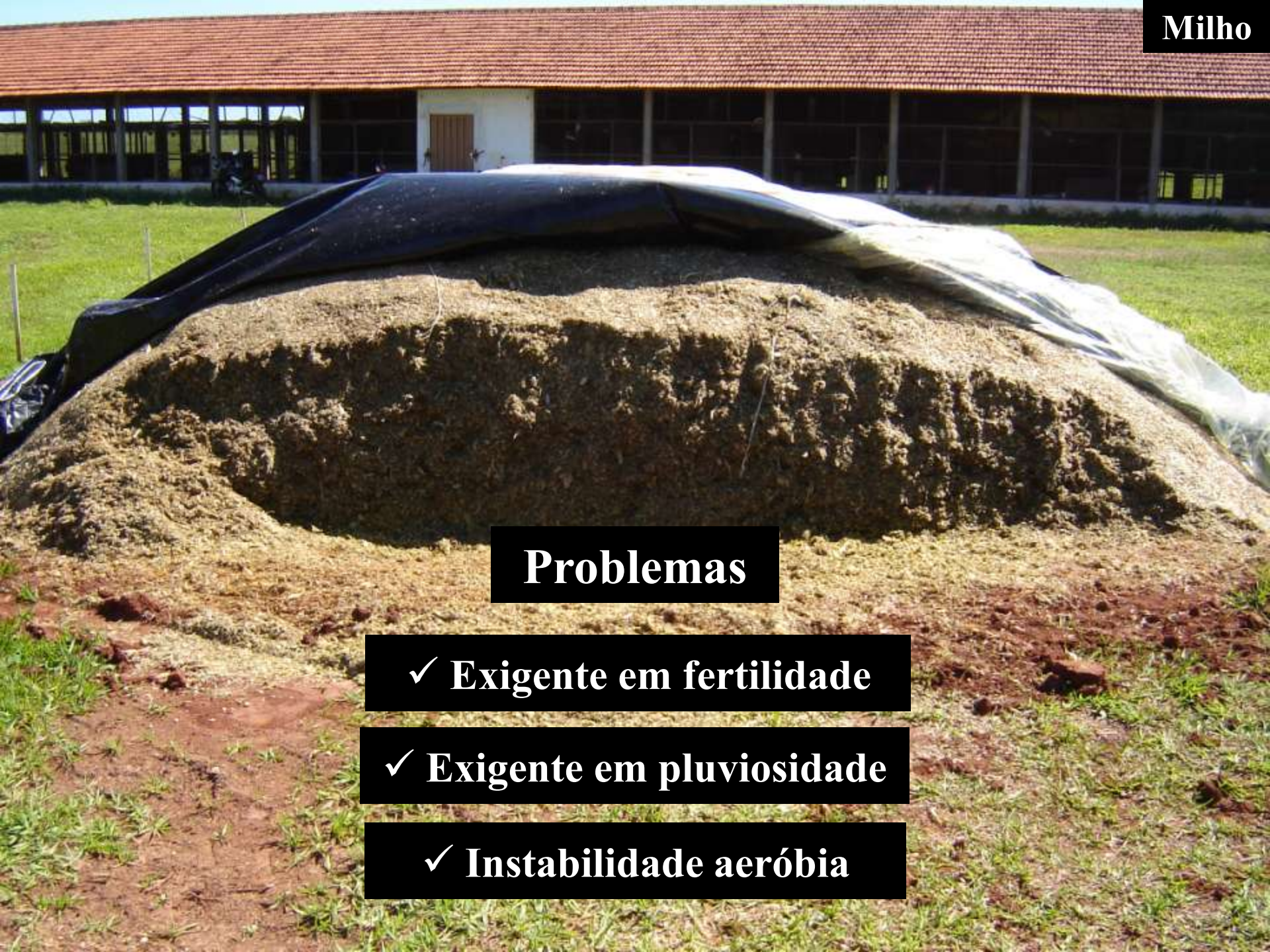
## Vantagens

✓ Alta qualidade

✓ Máquinas adequadas

✓ Boa fermentação





## Problemas

✓ Exigente em fertilidade

✓ Exigente em pluviosidade

✓ Instabilidade aeróbia

# Sorgo



## Ensilabilidade

$$CF = MS + 8 \times (CS/PT)$$

Bernardes et al. (2002)  
Pedroso (2003)

MS = 31%  
CS = 10 %  
PT = 11

CF (sorgo) = 38

CF (Desejável) > 35

Ponto de colheita → 30 – 35% MS



Grãos pastosos/farináceos



## Vantagens

✓ Alta qualidade

✓ Máquinas adequadas

✓ Boa fermentação

✓ Menor exigência pluviométrica (milho)

✓ Aproveitamento da rebrota

✓ Maior janela de corte



# Problemas

✓ Exigente em fertilidade

✓ Instabilidade aeróbia



Sorgo

# Capim



2 5 2007

# Ensilabilidade

$$CF = MS + 8 \times (CS/PT)$$

Bernardes et al. (2002)  
Coan (2001)

MS = 25,7 %  
CS = 4,9 %  
PT = 18,5

CF (capim) = 27,5  
CF (Desejável) > 35

## Por que ensilar?

- ✓ Abrangência nacional
- ✓ Flexibilidade no manejo
- ✓ Diferentes espécies

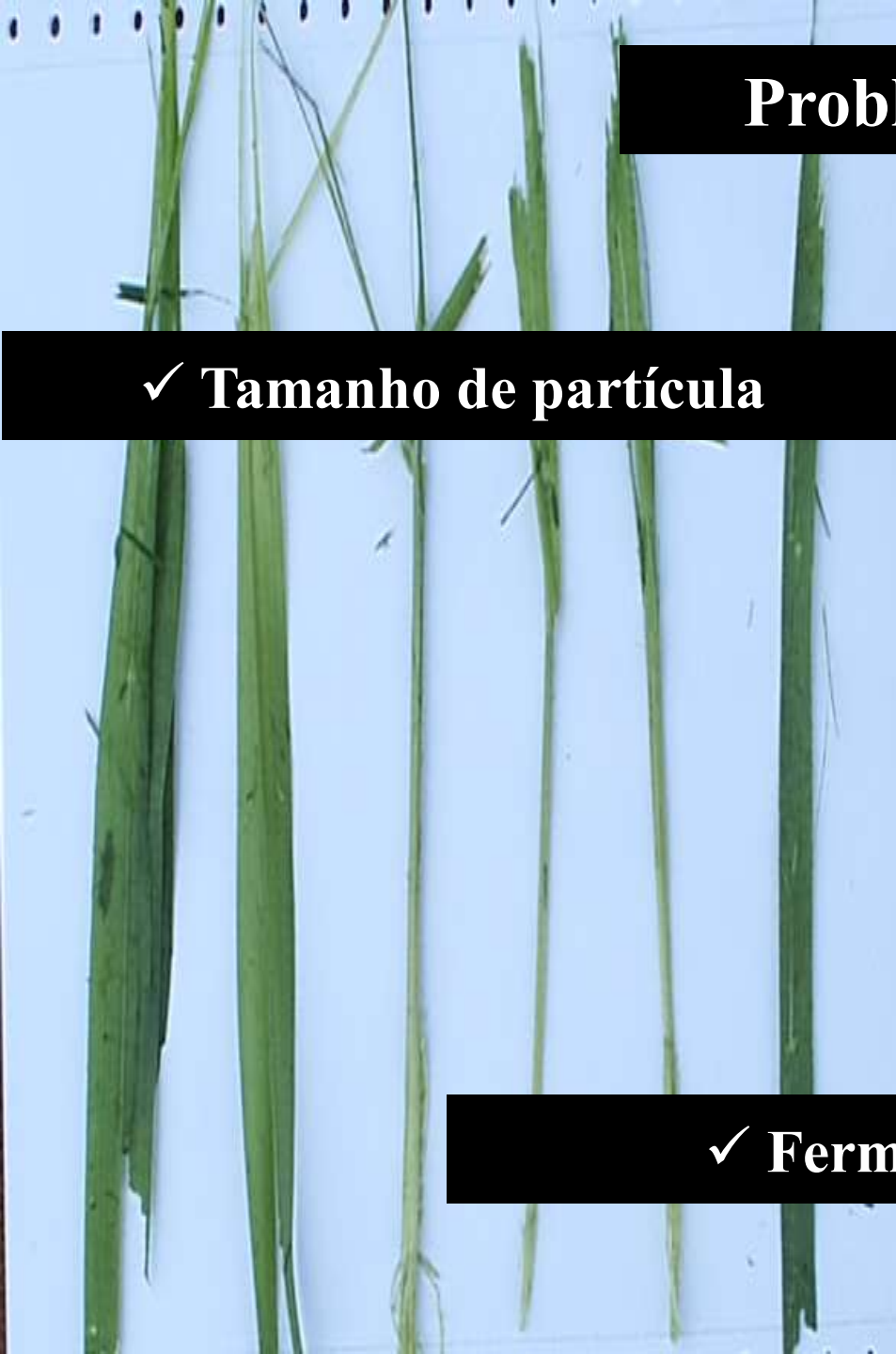


# Problemas

✓ Uso oportunista (capim velho)

✓ Tamanho de partícula

✓ Fermentação



# Uso de polpa cítrica



# Cana-de-açúcar





- ✓ **Produção de MS (justificativa)**
- ✓ **Valor nutritivo**
  - **Relação FDN/pol**
  - **Digestibilidade (FDN)**
- ✓ **Resistência ao tombamento**
- ✓ **Fácil despalha**
- ✓ **Época de maturação**
- ✓ **Resistência à pragas e doenças**





✓ Fogo acidental



Por que ensilar?

✓ Corte diário



Cana-de-açúcar



✓ Uniformidade dos talhões

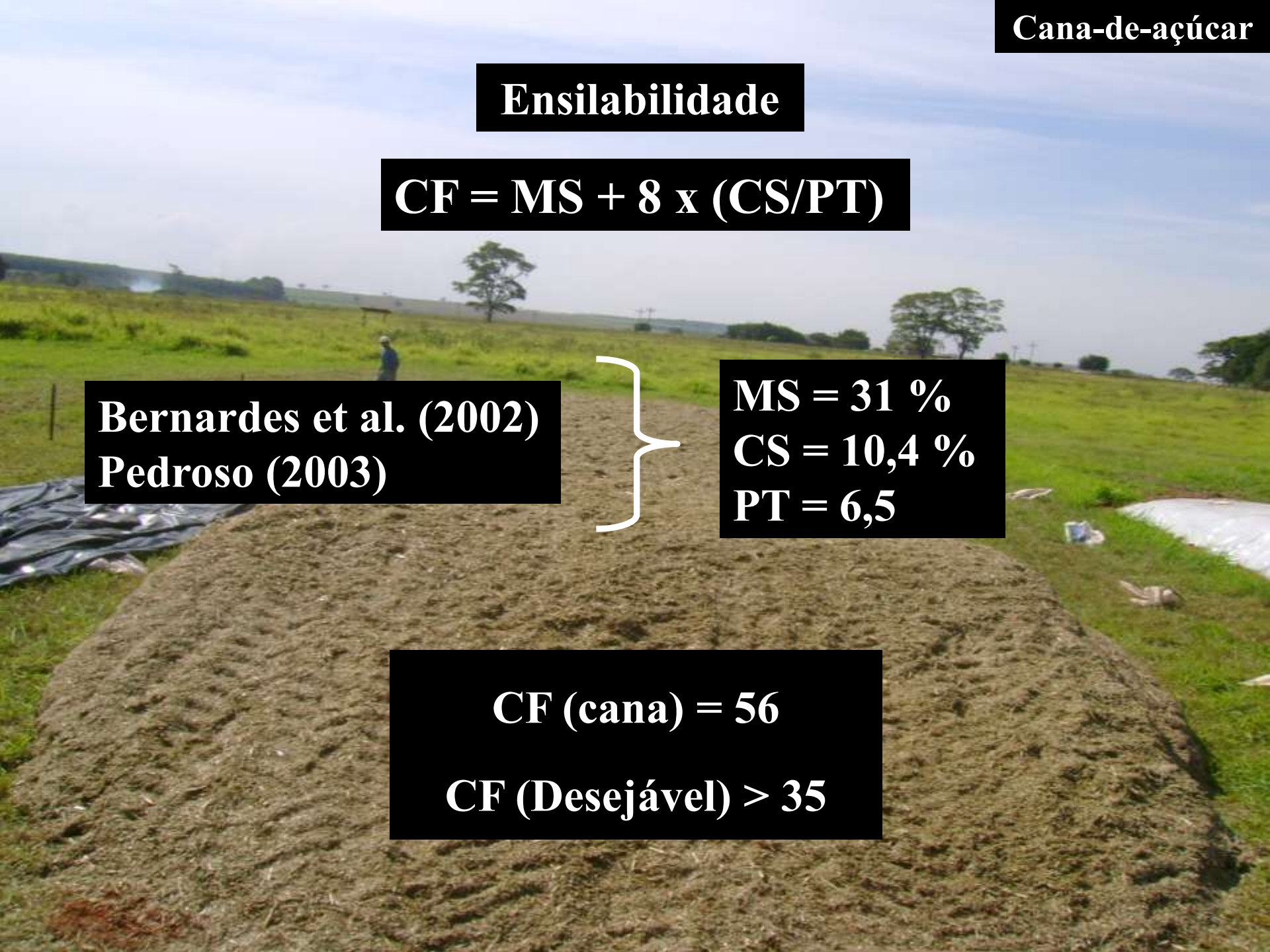
**Ensilabilidade**

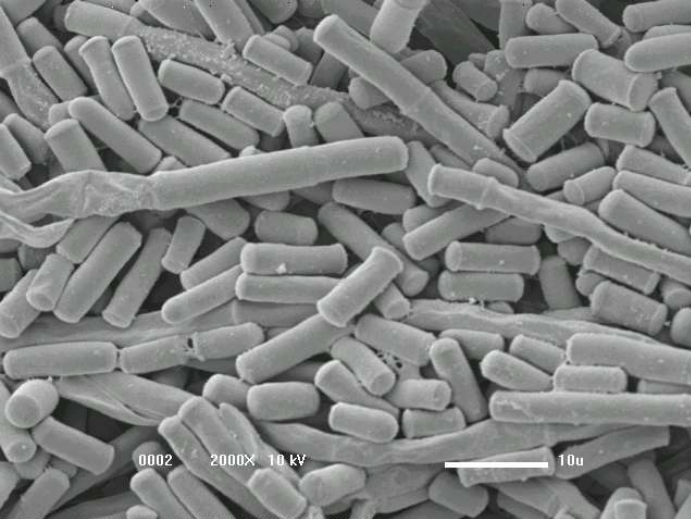
$$CF = MS + 8 \times (CS/PT)$$

**Bernardes et al. (2002)**  
**Pedroso (2003)**

**MS = 31 %**  
**CS = 10,4 %**  
**PT = 6,5**

**CF (cana) = 56**  
**CF (Desejável) > 35**





## Problema

✓ Produção de etanol

✓ Perdas por gases

✓ Perdas de MS



# Perdas na ensilagem

- Produção de álcool

- Leveduras

- Produção de gás

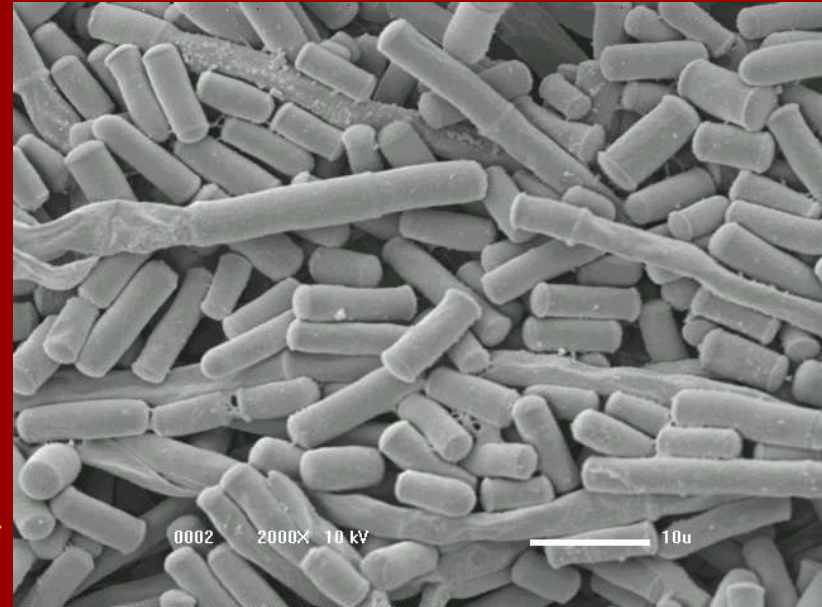
- Produção de efluente



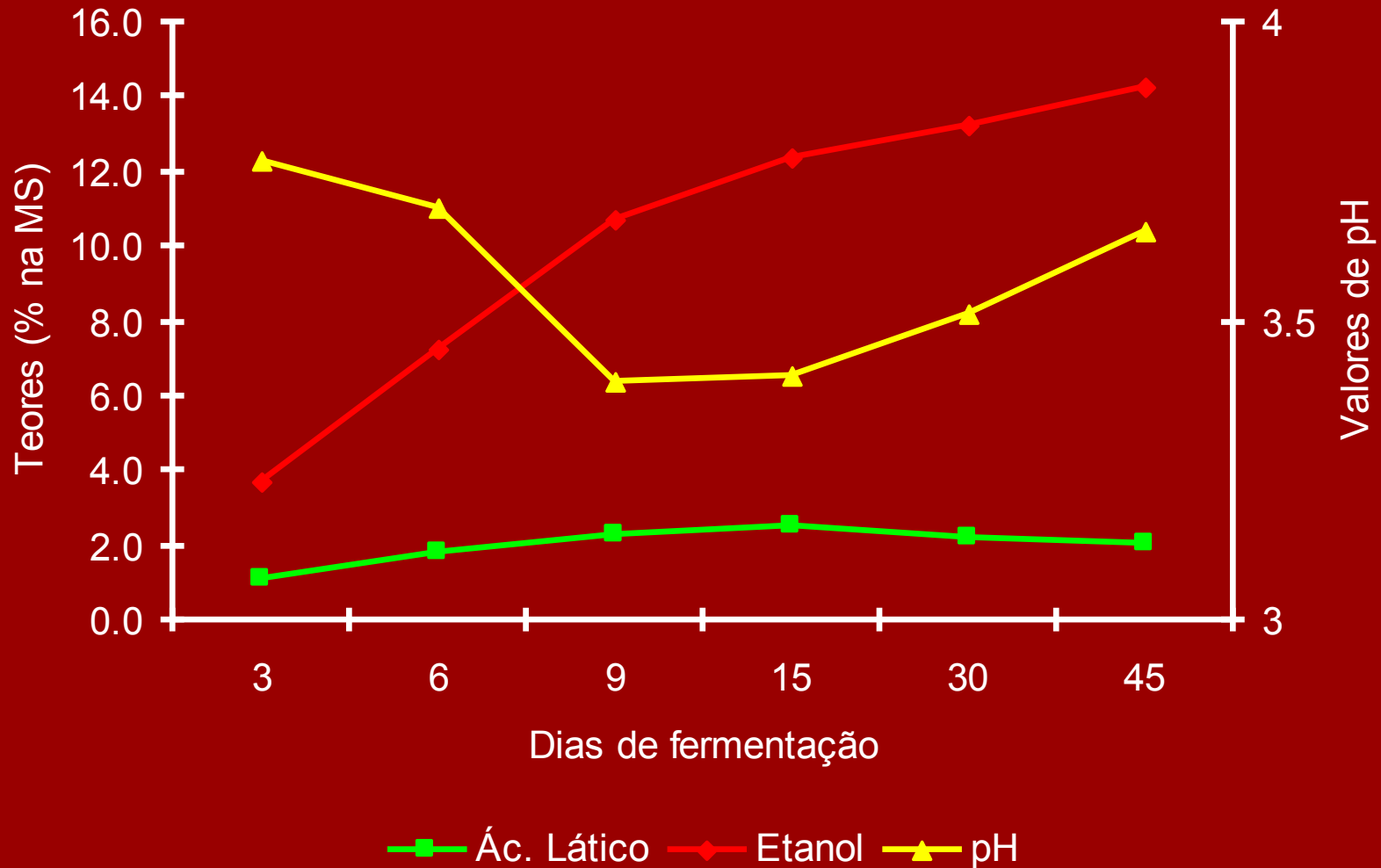
# Produção de álcool



+



# Fermentação



**Figura 1. Evolução temporal dos teores de ácido láctico, etanol e dos valores de pH**

**Fonte: Silva (2003)**

# Resultado no animal



# Resultado no tratador





**Cana-de-açúcar**

**Uso de aditivos**



**Bacterianos**

**Químicos**

## Critérios para análise de silagens

Classificação	pH	%Ac. Butirico	N NH <sub>3</sub> /NT	Referências
Boa	≤ 4,2	≤ 0,2	≤ 8,0	Wieringa, 1966
Média	4,3 – 4,5	0,3 – 0,5	9 – 15	
Ruim	> 4,5	> 0,5	> 8	
Muito Boa	4,2	< 0,1	5 – 8	Breirem et al., 1954
Muito Boa	--	< 0,1	< 12,5	
Boa	--	0,11 – 0,20	12,5 – 15,0	
Média	--	0,21 – 0,30	15,1 – 17,5	Rydin et al., 1956
Ruim	--	0,31 – 0,40	17,6 – 20,0	
Muito ruim	--	> 0,40	> 20,1	
Boa	≤ 4,2	< 0,1	< 8,0	Uveseli & Saue, 1965
Satisfatória	≤ 4,2	< 0,1	< 11,0	

# Valores básicos de energia e proteína para avaliação de silagem de milho

Valor Protéico (PB %MS)	Valor Energético (NDT)
< 5% Muito fraco	55 – 58% Fraco
5 – 6% Fraco	59 – 63% Regular
6,1 – 7% Regular	64 – 70% Bom
7,1 – 8% Bom	71 – 75% Muito bom
> 8% Muito bom	> 75% Ótimo

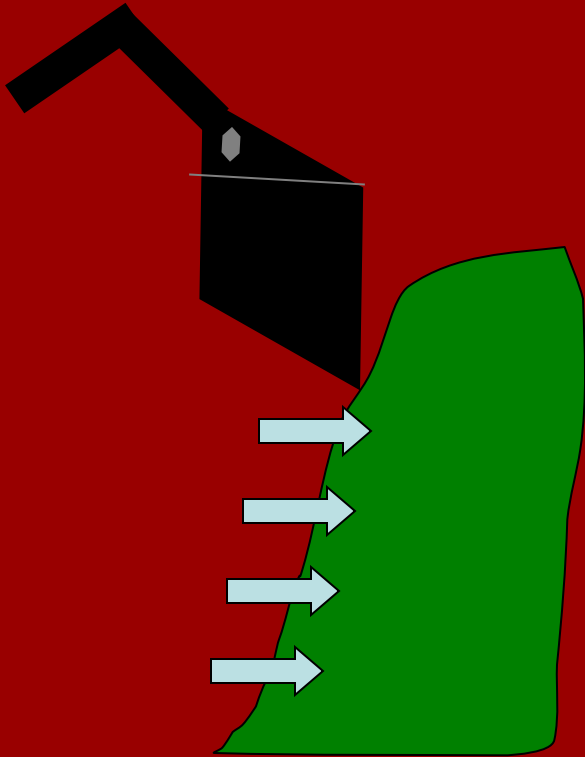
# Estabilidade aeróbia



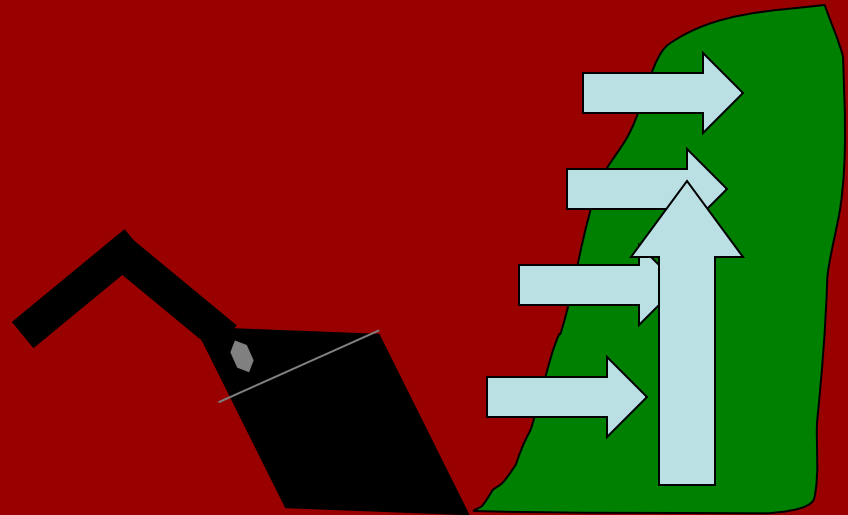
**Fungos**

**Leveduras**

# Manejo adequado



Correto



Incorreto

## VISTA LATERAL



**CERTO**

Dias

## VISTA LATERAL



**ERRADO**









**SILTOMAC**

SILTO





**Qual o destino da silagem deteriorada ?**

# Estabilidade aeróbia



# **Compostos Antiquualitativos das Silagens**

# Substâncias nitrogenadas tóxicas de origem microbiana

- Clostrídeos
  - Produção de aminas secundárias
    - Degradação de proteínas
    - Mais frequente em silagens provenientes de plantas adubadas (altas doses)
      - Produção de **Nitrosaminas** (Kalac & Woolford, 1982)
        - » 3 a 34 ppb dietilnitrosamina
        - » 3 a 33 ppb dipropilnitrosamina
        - » Não transferido para o leite
      - Outras nitrosaminas aumentadas com a queda da qualidade da silagem
        - » Histamina
        - » Tiramina
        - » Cadaverina

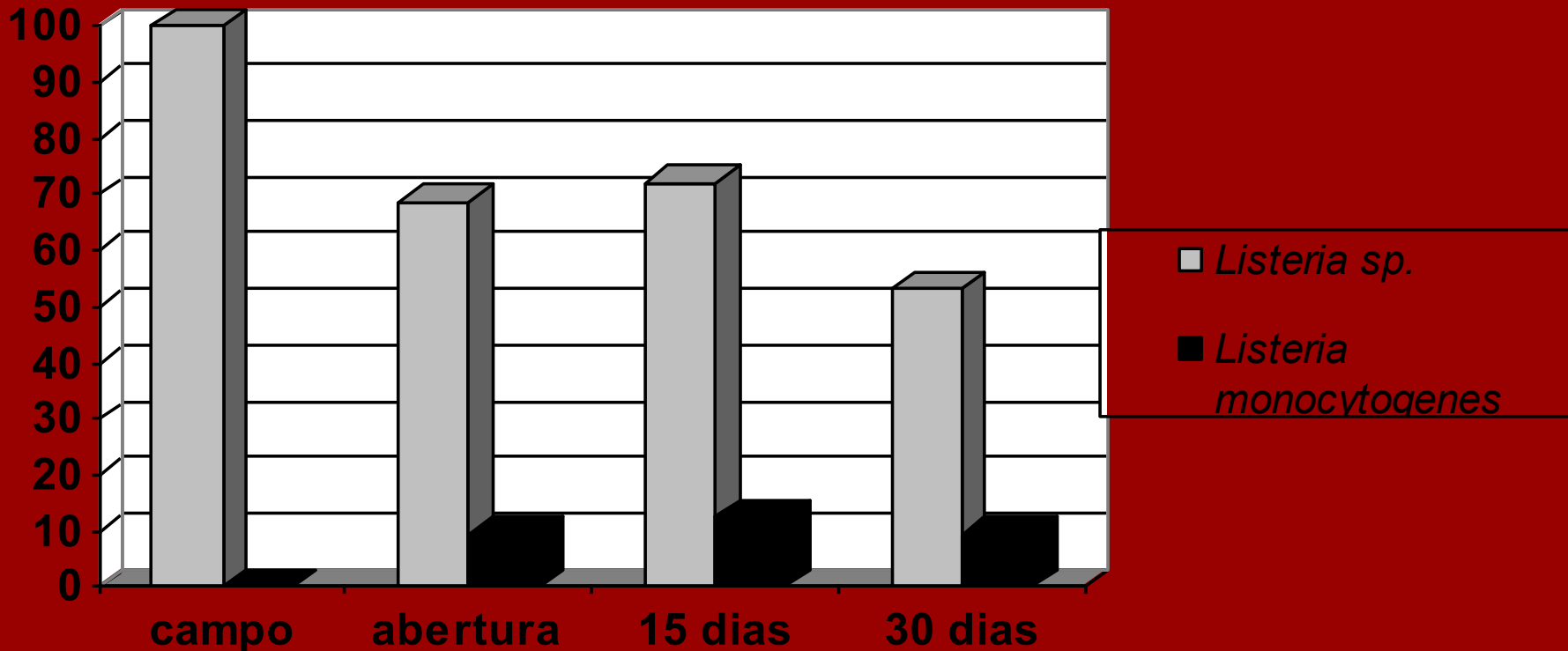
## Teor de matéria seca, pH, esporos de clostrídeos na silagem e no leite de vacas

Esporos em Silagem	MS (%)	pH	Orelanha Sem higiene	Higiene em orelha	Higiene Orelha + papete
81.000 esporos/g	19,5	4,8	11.200 esporos/l.	8.100 esporos/l.	4.500 esporos/g
4.000 esporos/g	15,9	4,3	1.700 esporos/l.	900 esporos/l.	500 esporos/l.

Murphy & Palmer (1993)



## Microrganismos



Ocorrência de *Listeria sp.* e de *Listeria monocytogenes*, a partir de colônias típicas isoladas da forragem no campo e das silagens de capim-Tifton 85 avaliadas em diferentes períodos de exposição ao ar.

Silva et al., 2002



# Microrganismos

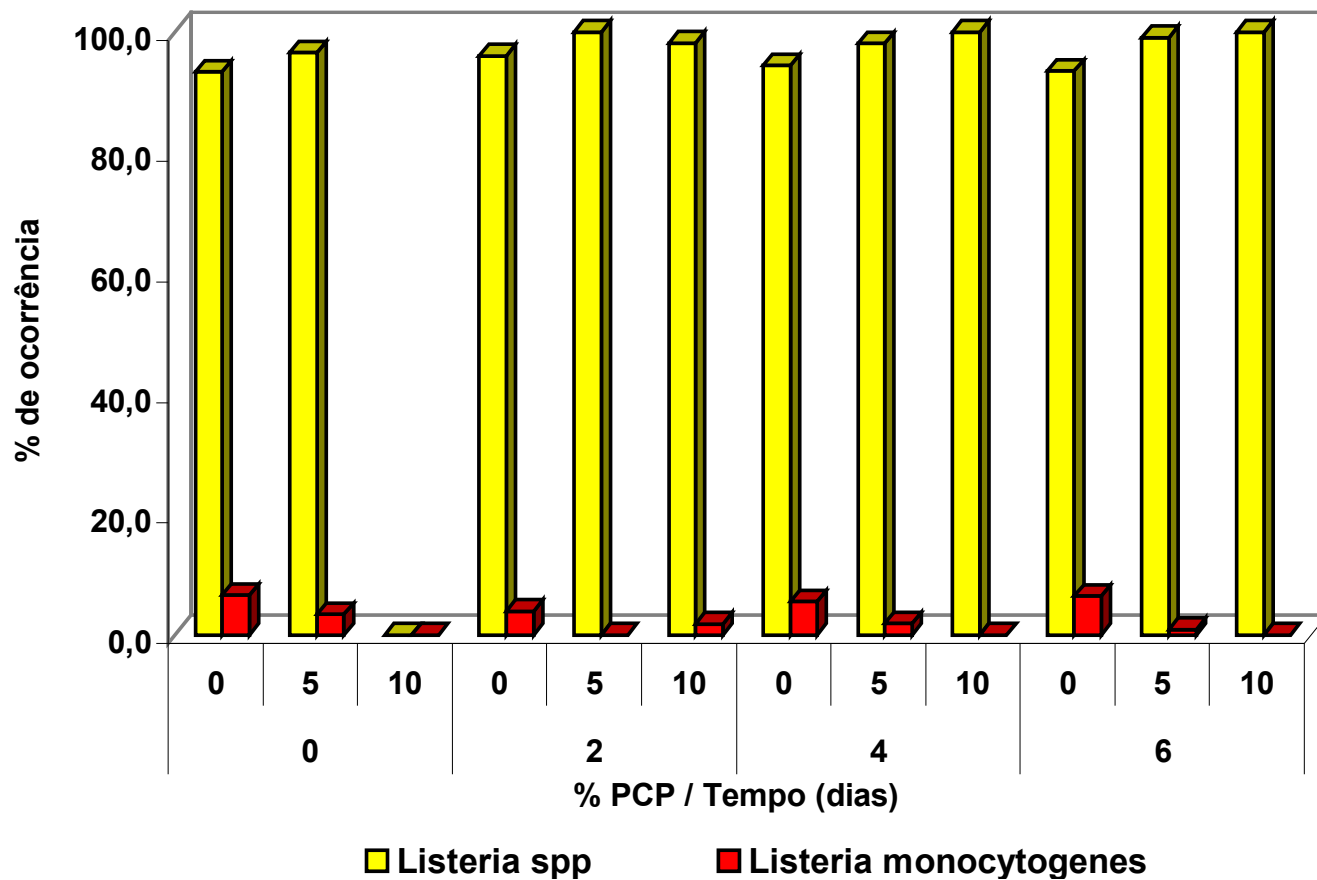


Figura 2. Identificação de *Listeria spp* e de *Listeria monocytogenes*, a partir de colônias típicas isoladas de silagens de capim Tanzânia submetidas a adição de polpa cítrica peletizada.

# Microrganismos

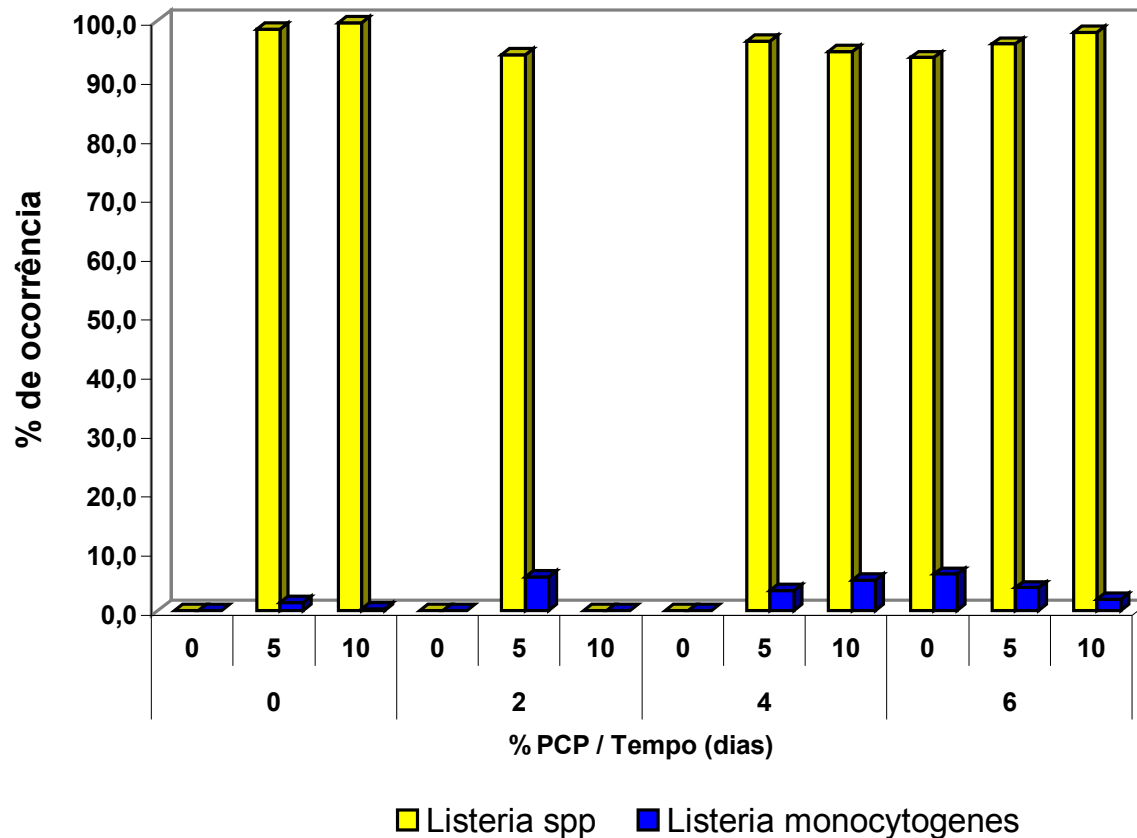


Figura 4. Identificação de *Listeria spp* e de *Listeria monocytogenes*, a partir de colônias típicas isoladas de silagens de capim Braquiarião submetidas a adição de polpa cítrica peletizada.

# Microrganismos

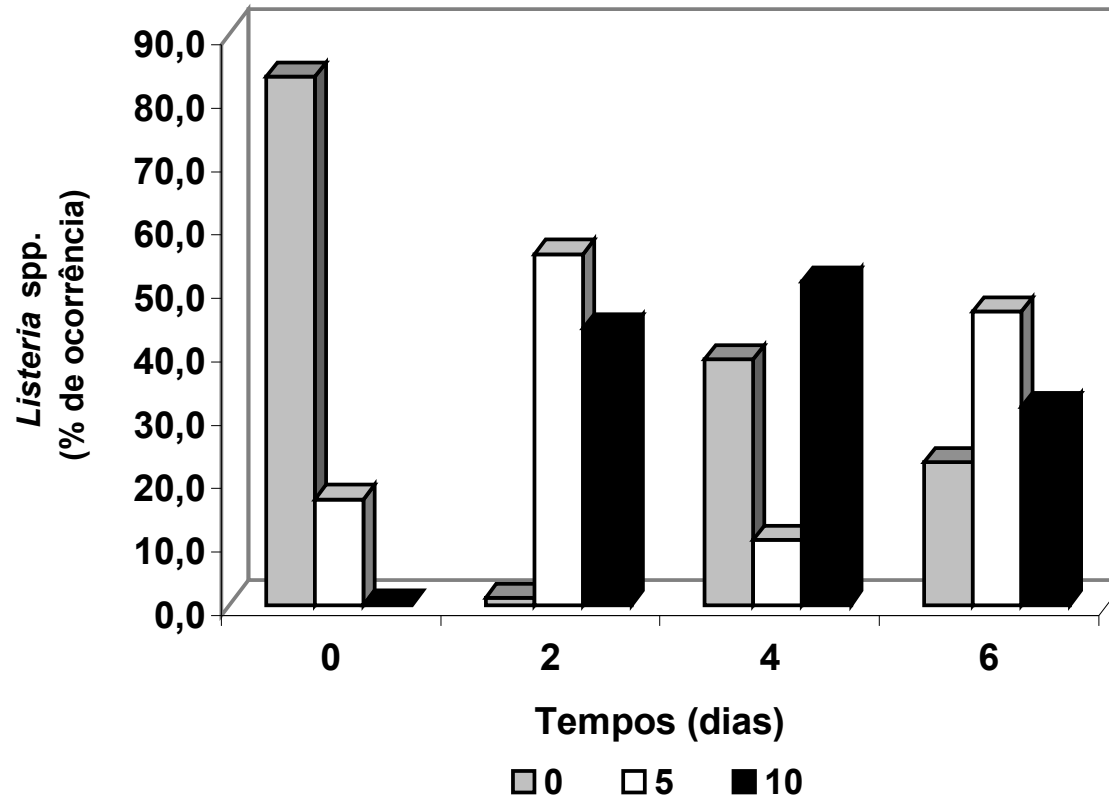


Figura 1. Porcentagem de ocorrência de *Listeria* spp, a partir de colônias típicas isoladas nas silagens dos capins Tanzânia submetidas a adição de polpa cítrica peletizada, com o decorrer do desabastecimento dos silos.

# Microrganismos

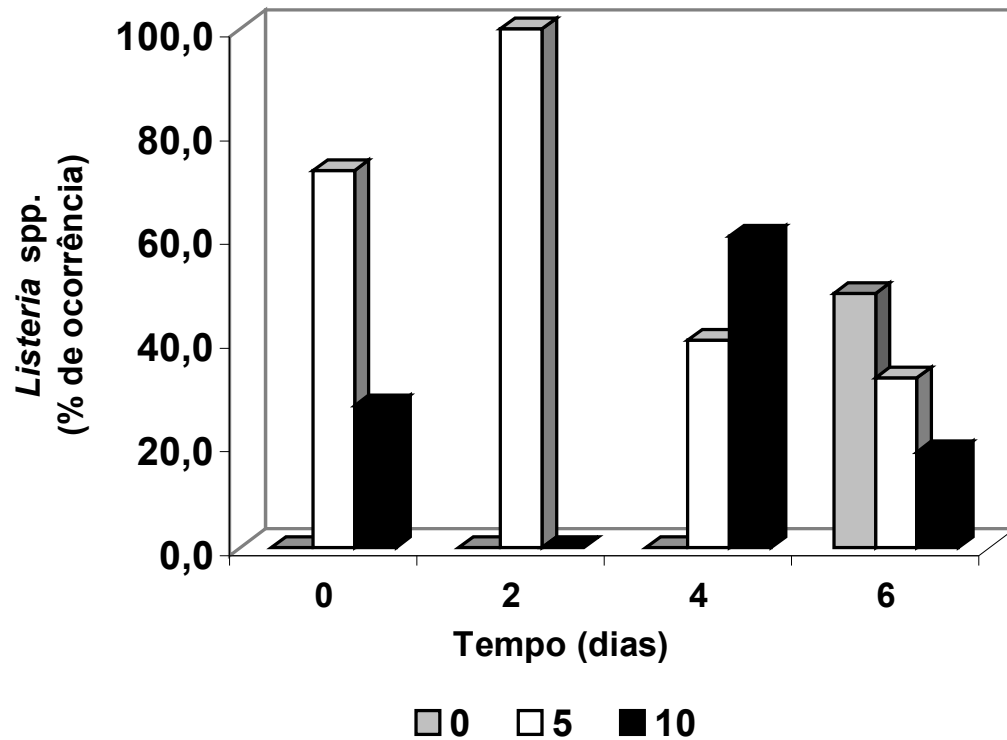
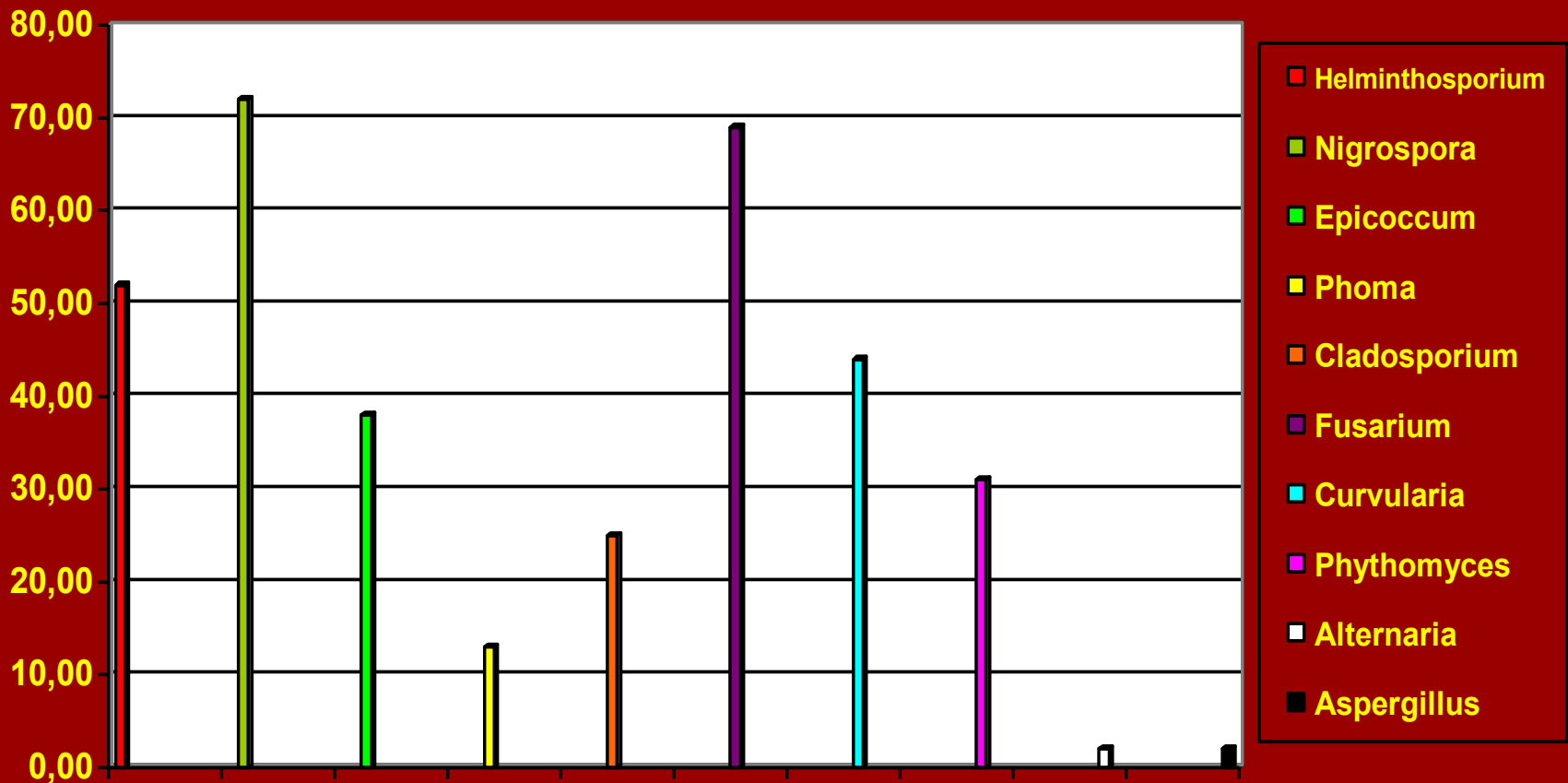


Figura 3. Porcentagem de ocorrência de *Listeria* spp, a partir de colônias típicas isoladas nas silagens dos capins Braquiarião submetidas a adição de polpa cítrica peletizada, com o decorrer do desabastecimento dos silos.

## Microrganismos

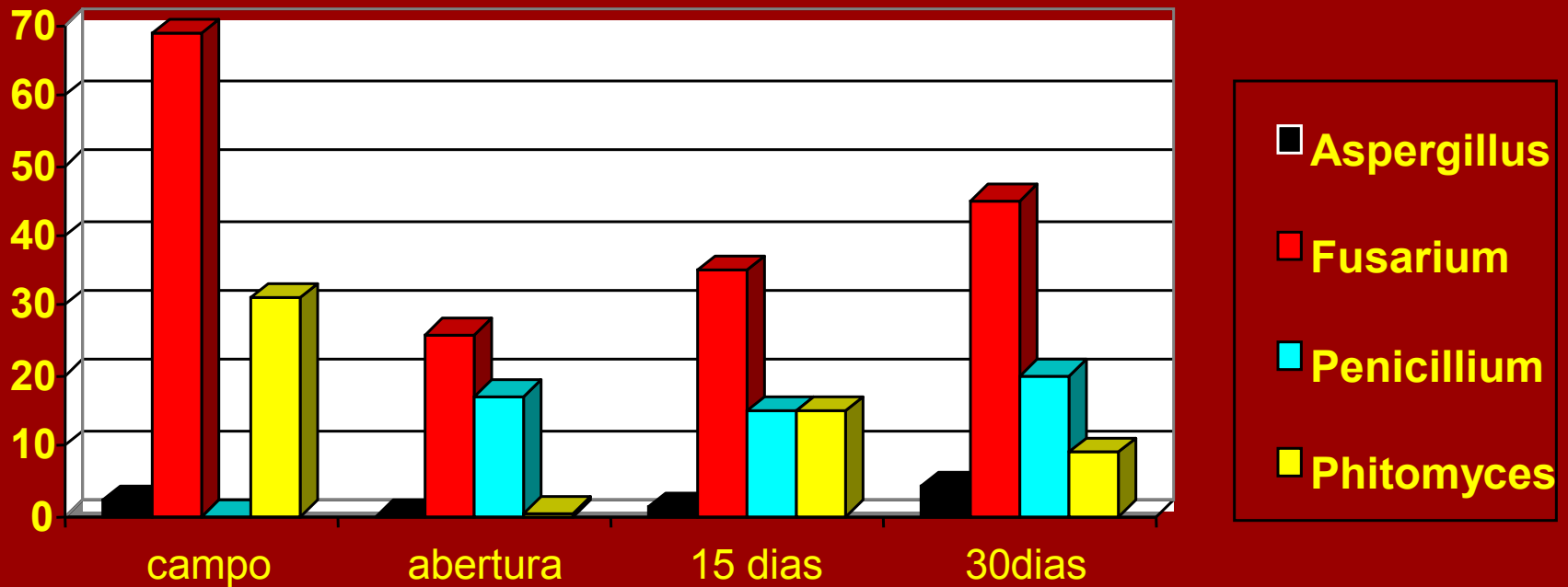
# Ocorrência (%) dos gêneros dos fungos isolados no capim-Tifton 85 antes de ensilar



Reis et al. 2004

## Microrganismos

Ocorrência (%) de gêneros de fungos patogênicos isolados na forragem e nas silagens de Tifton 85 avaliadas em diferentes períodos de aeração.



Reis et al. 2004

# Microrganismos

## Fungos e micotoxinas em ração animal

Fungo	Micotoxina	Alimento Afetado	Espécies Afetadas	Referência
Aspergillus	Aflatoxina	Milho, amendoim, farelo de algodão e sorgo	Todas as espécies, incluindo o homem	Bruerton, 2001
Aspergillus e Penicillium	Ochratoxina	Milho, cereais e arroz	Principalmente suínos e aves	Hurburgh, 1955
Fusarium	Deoxinivaleno	Cereais e milho	Suínos e aves	Newman, 2000
Fusarium	T-2	Cereais e sementes de oleaginosas	Aves	Newman, 2000
Fusarium	Zearalenona	Milho, feno, gramíneas, grãos	Suínos e Ruminantes	Newman, 2000
Fusarium	Fumonisin	Milho, grãos	Equinos, suínos e aves	Newman, 2000
Claviceps	Ergot	sorgo	Todas as espécies	Bruerton, 2001
Alternaria	Ácido Tenuozóico	Cereais e frutas	Todas as espécies	Bruerton, 2001

# Qualidade Sanitária de Forragens Conservadas

TABELA 5- Efeito das micotoxinas mais comuns em alimentos sobre o desempenho animal.

<b>MICOTOXINAS</b>	<b>EFEITOS NOS ANIMAIS</b>
Aflatoxina	Má conversão alimentar, Comprometimento hepático
Ocratoxina	Perda de peso
Deoxinivalenol	Recusa do alimento, Baixo consumo
Thicothene T-2	Recusa do alimento, Baixo consumo
Zearalenona F-2	Distúrbios reprodutivos ou estrogênicos
Slaframina	Sialorréia, Diarréia
Ergot (alcalóides)	Convulsão, Fraqueza de membros e gangrena de extremidades

Fonte: Tucci, 1993.



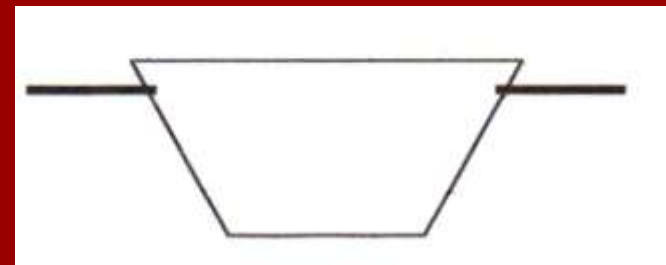
# Qualidade do leite para produção de queijos

- *Clostridium tyrobutiricum*
  - Ácido láctico  $\Rightarrow$  ác. Butírico +  $\text{CO}_2$
- *Clostridium sporogenes*
  - PB  $\Rightarrow$  produção de aminas

# Tipos de silos

## 1. Trincheira

- Custo inicial moderado (sem revestimento)
- Inclinação lateral de 25% (compactação)
- Inclinação da base (1 a 2%) – escoar efluentes
- Menores perdas de MS
- Fácil descarga e compactação
- Mais frequentemente usado
- Aproveitamento da lona
- Local fixo (estático)
- Carregamento manual ou mecânico





## 2. Superfície

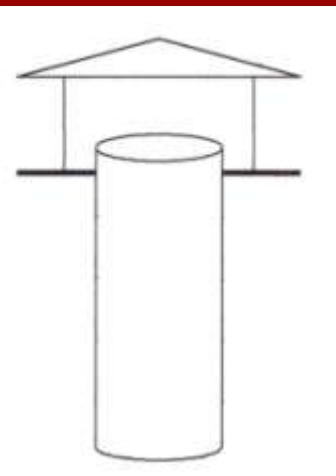
- Baixíssimo custo inicial (lona plástica)
- Feito em qualquer local
- Problemas de compactação (laterais)
- Solo bem compactado
- Aproveitamento de lona
- Maiores perdas de MS
- Camada de capim seco no terreno (terra)
- Lona plástica mais grossa (250 a 300 micras)
- Carregamento manual ou mecânico





### 3. Silo cilíndrico ou Poço

- Elevado custo inicial (alvenaria e cobertura)
- Muito utilizado antigamente
- Boas condições de armazenamento
- Compactação (homens)
- Desvantagem de descarga (homens)
- Problemas de drenagem (material úmido)
- Muito pouco utilizado atualmente
- Problemas na abertura (carregamento – homens)
  - falta de oxigênio em profundidade
  - enchimento lento (tambores)

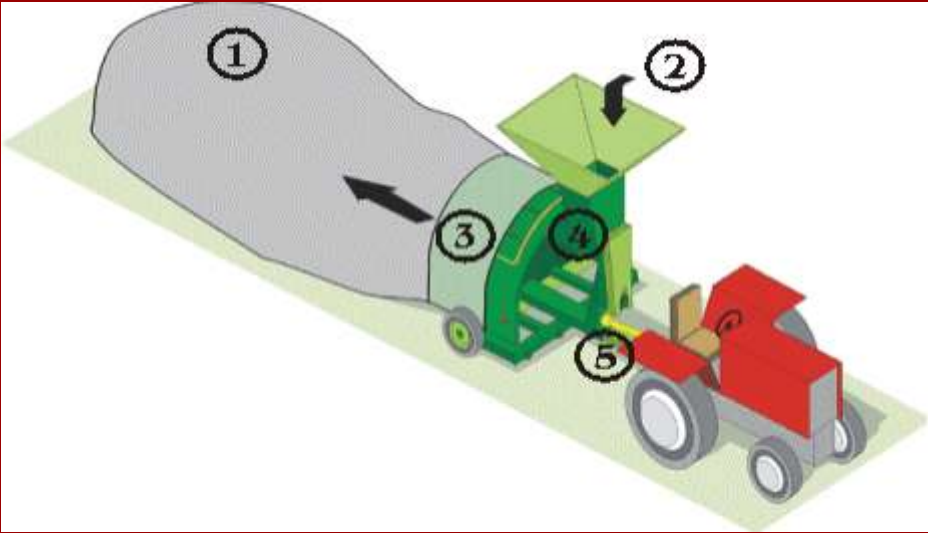


#### 4. Silo Bag ou Linguiça

- Custo inicial elevado (bag)
- Maquinário específico
- Perdas insignificantes de MS
- Colocado em qualquer local (terreno compactado)
- Perda do Bag após a abertura
- Problemas de carregamento (homens)
- Utilização restrita (R\$????)

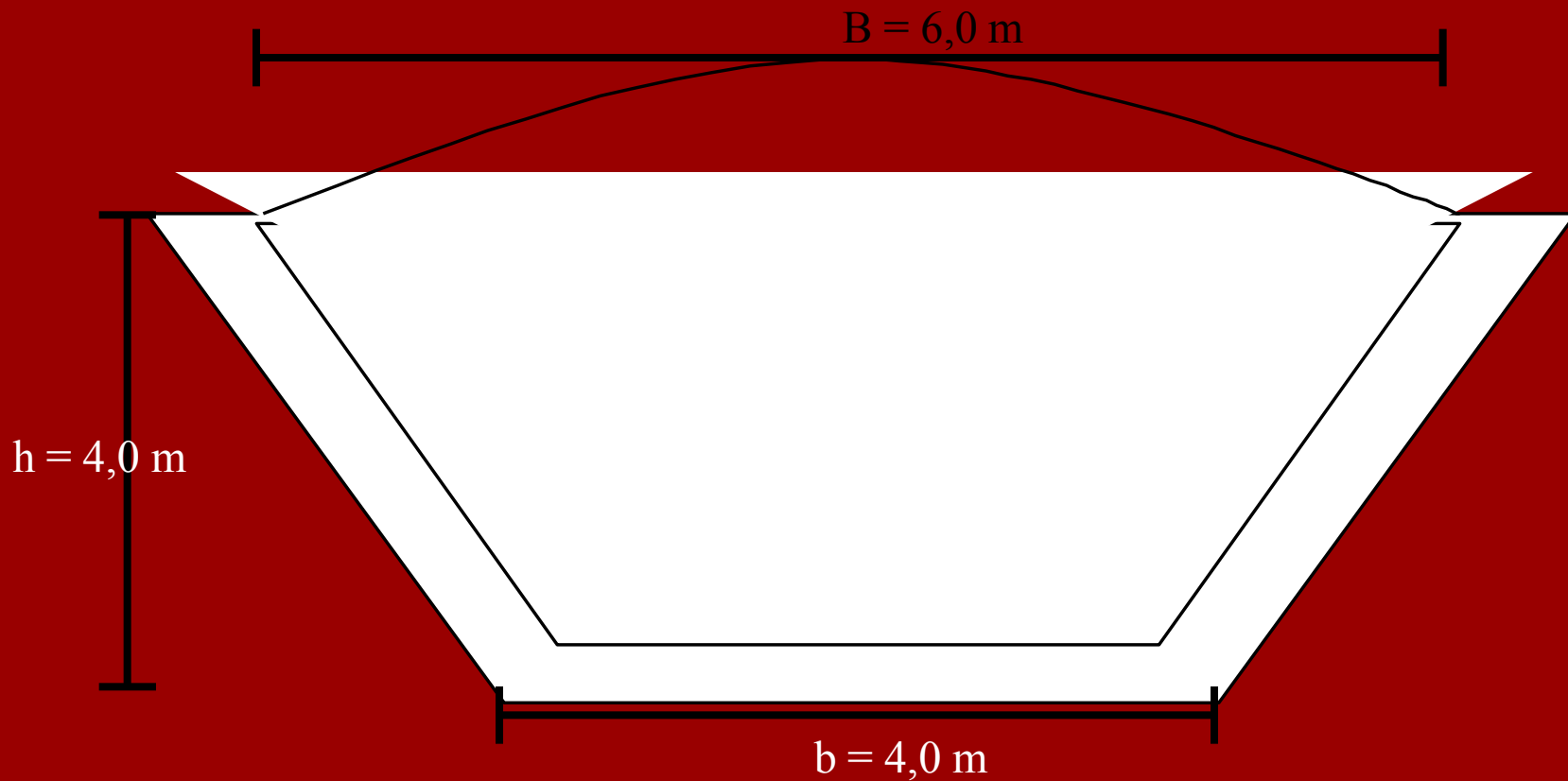






# Dimensionamento





A: área da face do silo  
b: base inferior do silo  
B: base superior do silo  
h : altura do silo

$$A = B + b * h / 2$$

$$A = 6 + 4 * 4 / 2$$

$$A = 20 \text{ m}^2$$

# Comprimento do silo ?

Vaca de 450 kg que consome 2% PV = 9 kg de MS/dia

**Perdas = 20%**

**MS silagem = 30%**

30%MS → 9,0 kg MS

100% MS → x

x = 30,0 kg de silagem

Perda de 20%

80% → 30,0 kg de silagem

100% → x kg de silagem

X = 37,5 kg de silagem/vaca/dia

**número de vacas = 100**

**período de seca = 150 dias**

100 vacas x 150 dias x 37,5 kg = 562.500 kg de silagem

## Comprimento do silo ?

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m}^3 \longrightarrow 500 \text{ kg} \\ x \longrightarrow 562.500 \text{ kg} \end{array}$$

$$x = 1125 \text{ m}^3$$

$$V = A \times C$$

$$C = V / A = 1125 \text{ m}^3 / 20 \text{ m}^2 = 56,25 \text{ m}$$

## Fatia diária ?

$$37,5 \text{ kg} \times 100 \text{ vacas} = 3.750 \text{ kg}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m}^3 \longrightarrow 500 \text{ kg} \\ x \longrightarrow 3.750 \text{ kg} \end{array}$$

$$x = 7,5 \text{ m}^3$$

$$V = A \times C$$

$$7,5 = 20 \times C$$

$$C = 0,375 \text{ m ou } 38 \text{ cm}$$

