

Mussarela: detalhes interessantes do processo, que influenciam na qualidade do queijo

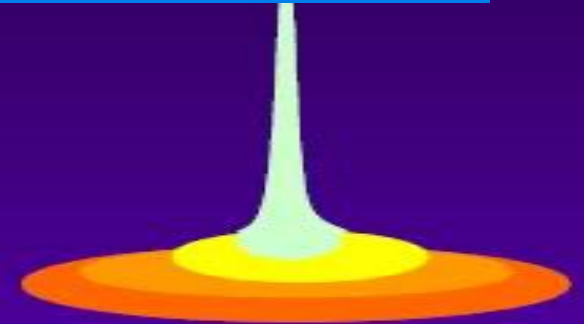
Mício M. Furtado, Ph.D.



PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA MUSSARELA NA PIZZA



Derretimento



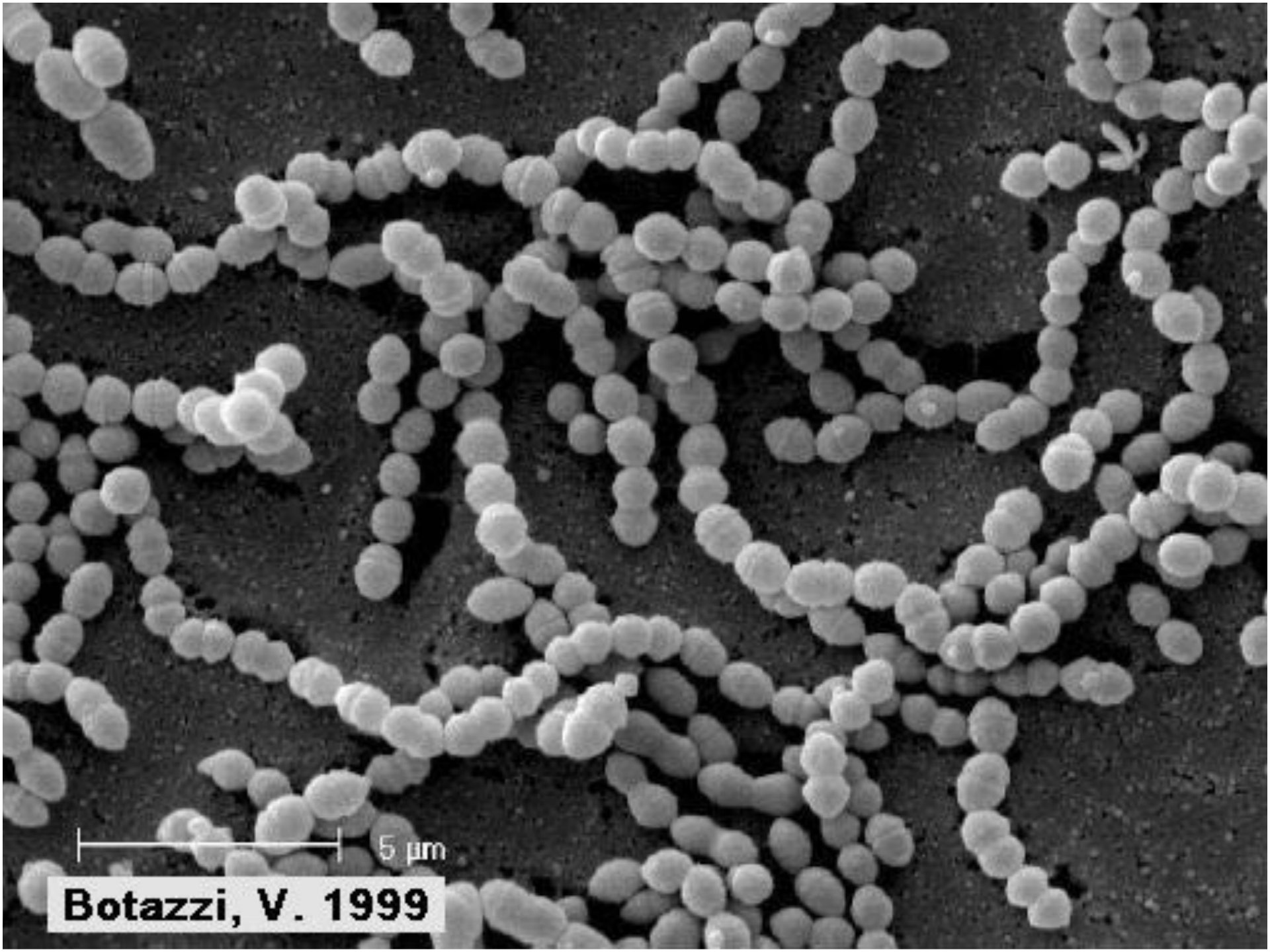
Elasticidade



Separação de óleo



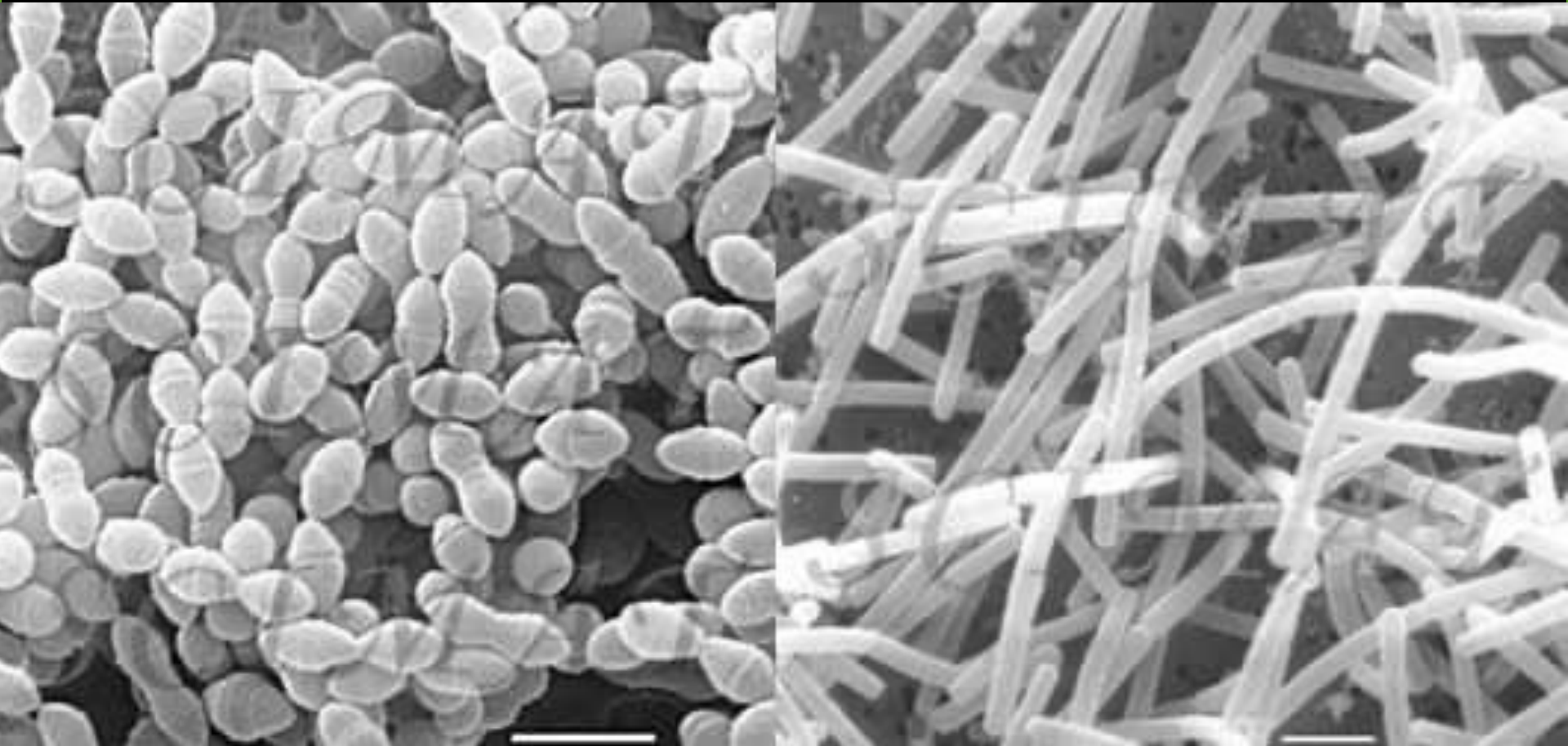
Escurecimento



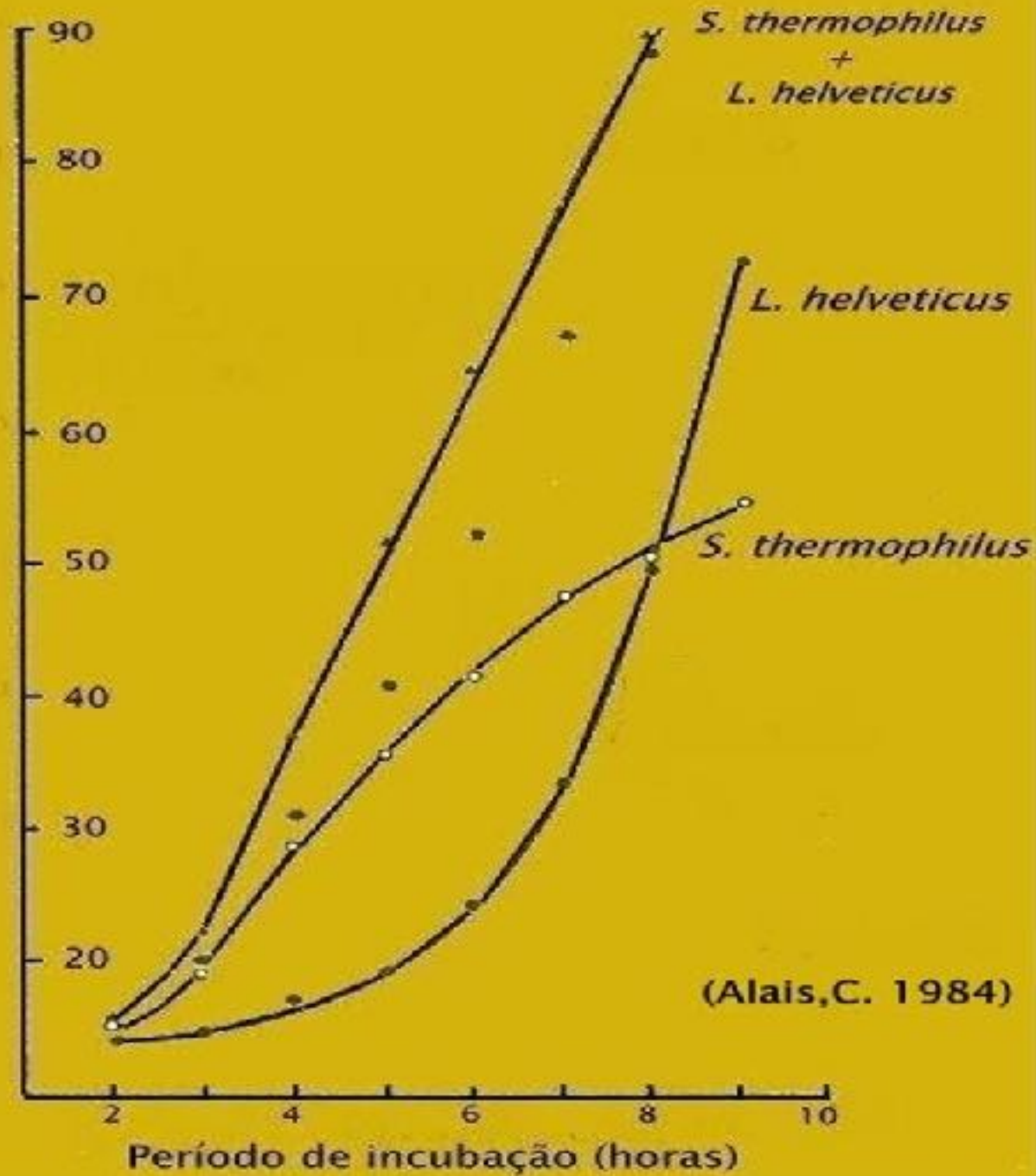
5 μm

Botazzi, V. 1999

Misturas de cocos + bacilos = simbiose



Acidez (°D)



(Alais, C. 1984)

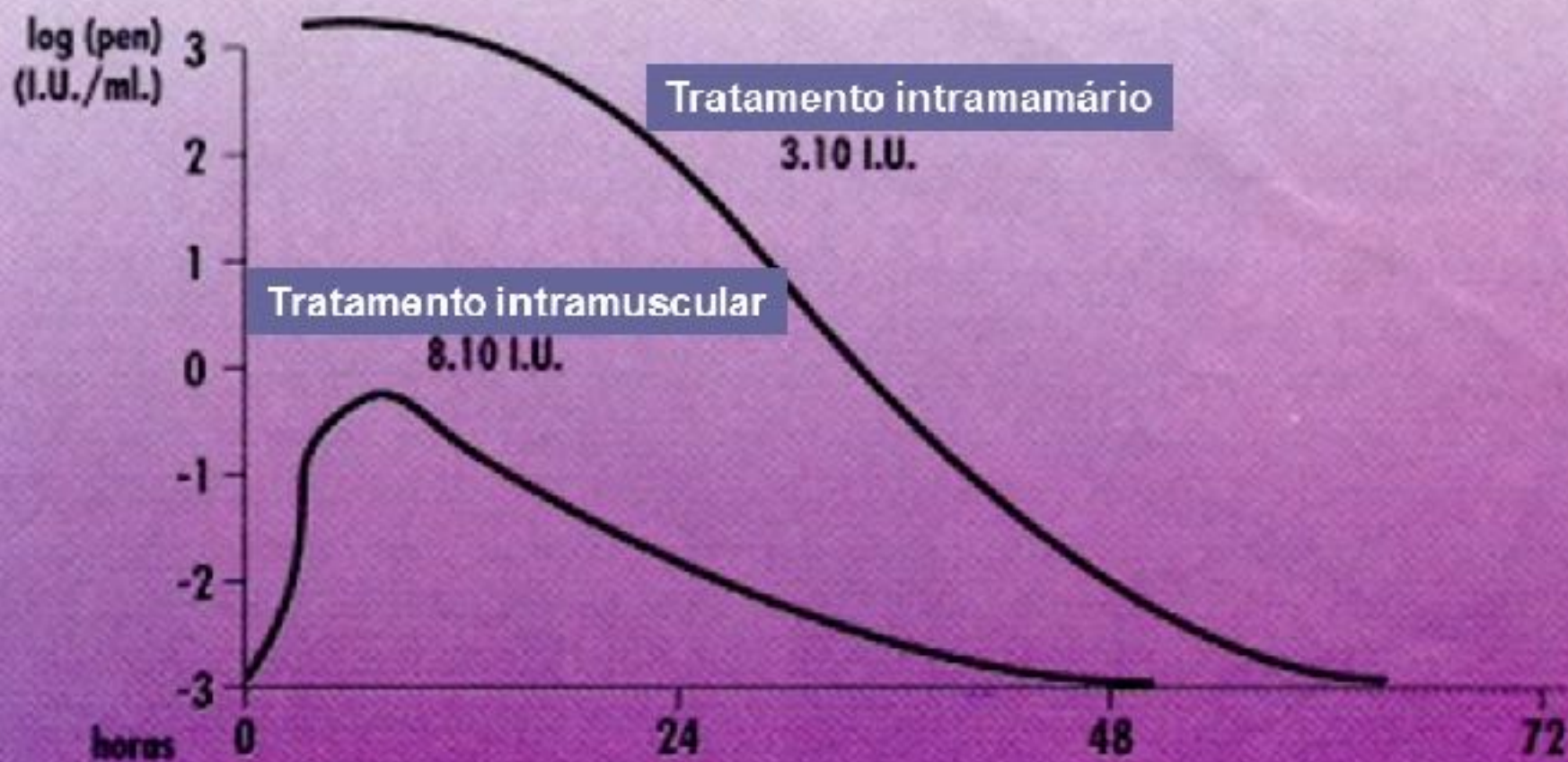
Lb helveticus ???

- Vantagens : Menos Browning
mais sabor
- Desvantagens
durabilidade menor

Inimigo mortal do abaixamento do pH



Período de eliminação da Penicilina no leite de vacas tratadas



ESTABILIDADE TÉRMICA DOS ANTIBIÓTICOS

TIPO DE ANTIBIÓTICO	% de DESTRUIÇÃO		
	72°C/ 15 seg.	90°C/ 30 min.	100°C/ 30 min.
Penicilina	8%	20%	50%
Estreptomicina	-	-	66%
Neomicina	-	-	66%
Clorotetraciclina	-	-	90%
Oxitetraciclina	-	-	90%
Cloranfenicol	0%	0%	0%

INIBIÇÃO DE ALGUMAS BACTÉRIAS LÁTICAS POR PENICILINA

PENICILINA
(U.I./ml de leite)

Micro-organismos	Inibição Parcial	Inibição Total
<i>S. cremoris</i>	0,05 - 0,17	0,1 - 0,5
<i>S. thermophilus</i>	0,0017	0,025
<i>L. bulgaricus</i>	0,1 - 0,3	0,3 - 0,6
<i>L. helveticus</i>	0,3	-
<i>S. diacetylactis</i>	0,017	-
<i>P. shermanii</i>	0,01	0,05

O INIMIGO N^o. 1 DA BOA FERMENTAÇÃO NA MUSSARELA



BACTERIOPHAGE



BACTERIE



Bactérie
détruite



Starter



Bactériophages

22,500

150

1

Higiene nas fábricas, sanitização, BPF Rotação de cultivos



Bacteriófagos



Tem importancia fundamental em todo o processo



MOMENTO DA ADIÇÃO DO FERMENTO E TEMPERATURA DO LEITE

MOMENTO DA ADIÇÃO DO FERMENTO AO LEITE DURANTE ENCHIMENTO DO TANQUE

-Início, meio ou final

Enchimento: 30 a 60 minutos

-Leite a 32, 35 ou a 37°C



Cultivo é termofílico e se multiplica rapidamente

GRANDE IMPACTO NA CURVA DE FERMENTAÇÃO E NA DESMINERALIZAÇÃO



FEIA : filada acima
do pH ideal



BONITA: filada no
pH ideal

TEMPO DE PERMANENCIA DO FERMENTO NO
LEITE DURANTE PRÉ-MATURAÇÃO NO TANQUE

GRANDE IMPACTO NA CURVA DE FERMENTAÇÃO
E NA DESMINERALIZAÇÃO



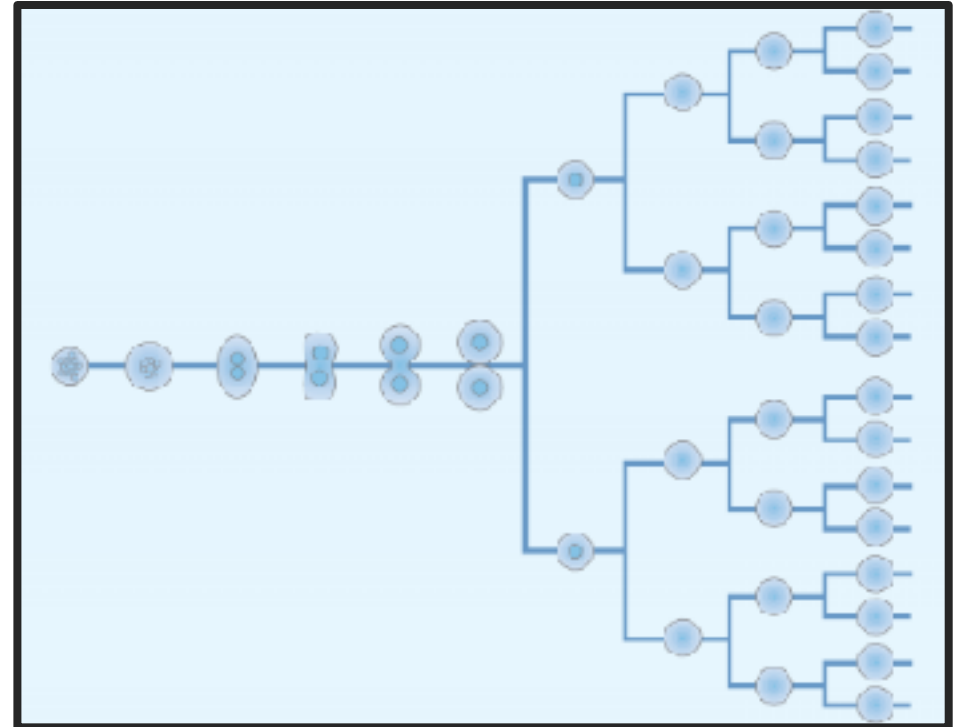
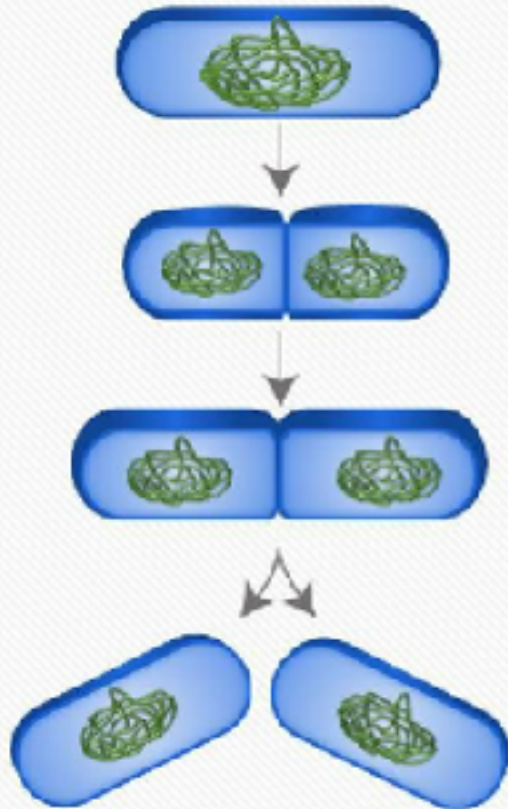
Mas pode facilitar para
um ataque de fagos

Fagos passam pela pasteurização

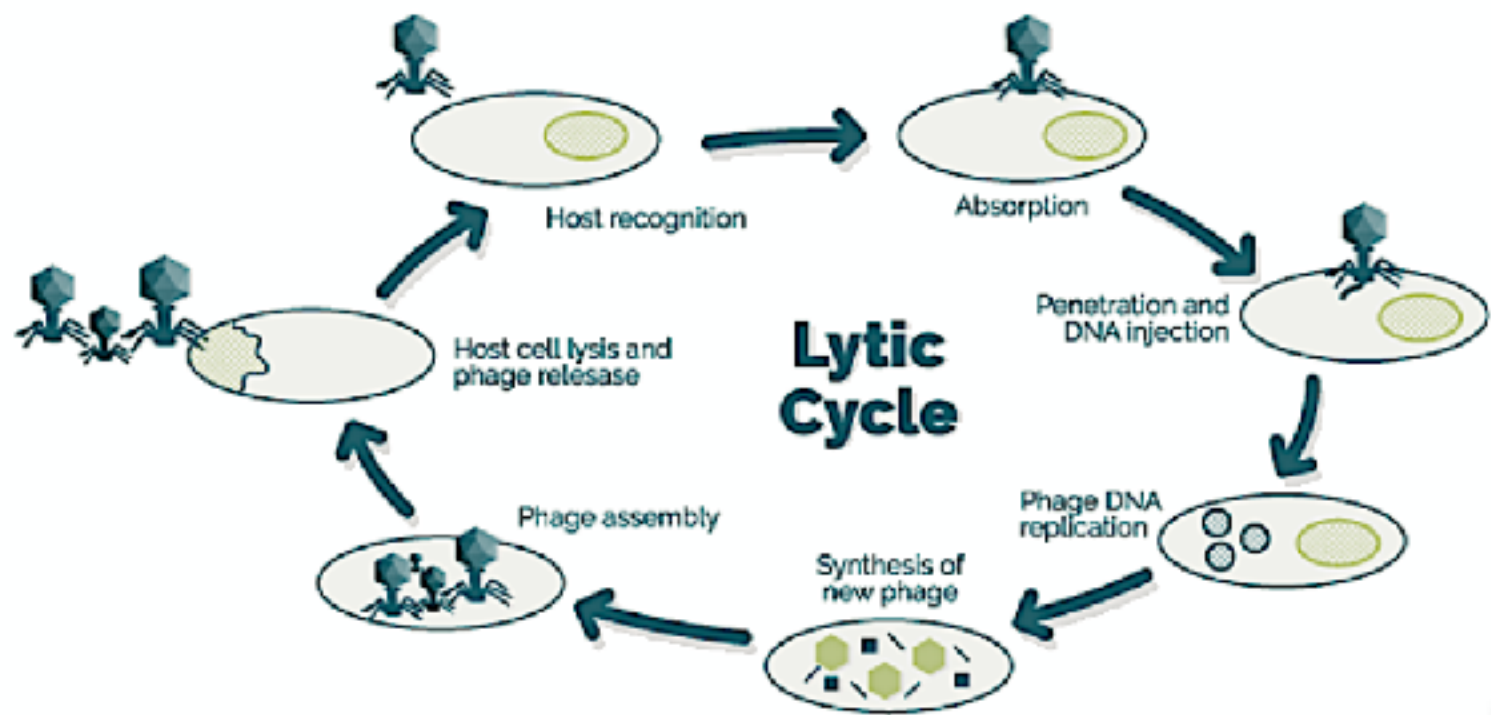
Mais tempo um cultivo fica exposto no leite maior é o risco de ataque de fagos



FISSÃO BINÁRIA



In favourable conditions, multiplication of bacteria can occur at intervals of 20 - 30 minutes. The rate of multiplication can be calculated from the formula shown to the right. With a generation time of 0.5 hour, one bacterium/ml of milk will become about one million bacteria/ml within 10 hours.



200 new virions

About 25 minutes after initial infection, **approximately 200** new virions (viral bodies) are formed. Once enough virions have matured and accumulated, specialized viral proteins are used to dissolve the cells' walls.

Starter



Bactériophages



IMPACTO DA TEMPERATURA DE COAGULAÇÃO
DO LEITE NA PERDA DE GORDURA NO SORO
E NO RENDIMENTO



Verdoso x Leitoso

**SORO DE
QUEIJO**



- Perda aceitavel de gordura: 6 a 8% da gordura do leite
- Perda limite, considerada alta : 10% da gordura do leite



Temperatura de coagulação afeta esta perda:
-a 36-37 C tende a perder mais, fermentação + RAPIDA
-a 32-34 C tende a perder menos, fermentação + LENTA



% DA PERDA DA GORDURA NO CORTE DA COALHADA

- Perda normal : 6 % da gordura do leite
- Perda anormal ,media : 8% da gordura do leite
- Perda anormal, alta : 10% da gordura do leite

IMPACTO EVENTUAL NO RENDIMENTO (Projeção)

10.000 litros leite com 3% gordura (300 kg)

T° C	% Perda de Gordura do leite no soro	Kg de gordura perdidos	Produção Mussarela (kg)	Diferença	Litros por Kg	Variação %
33	6	18	1.059	+ 6	9,442	+0,569
35	8	24	1.053	-----	9,496	-----
37	10	30	1.047	- 6	9,551	-0,579

ESTA DIFERENÇA DE PRODUÇÃO PODE REPRESENTAR CERCA DE 180 kg A MAIS OU A MENOS DE MUSSARELA EM 1 MÊS

Cheese moisture. 1% increase causes about 1.8% increase in cheese yield.

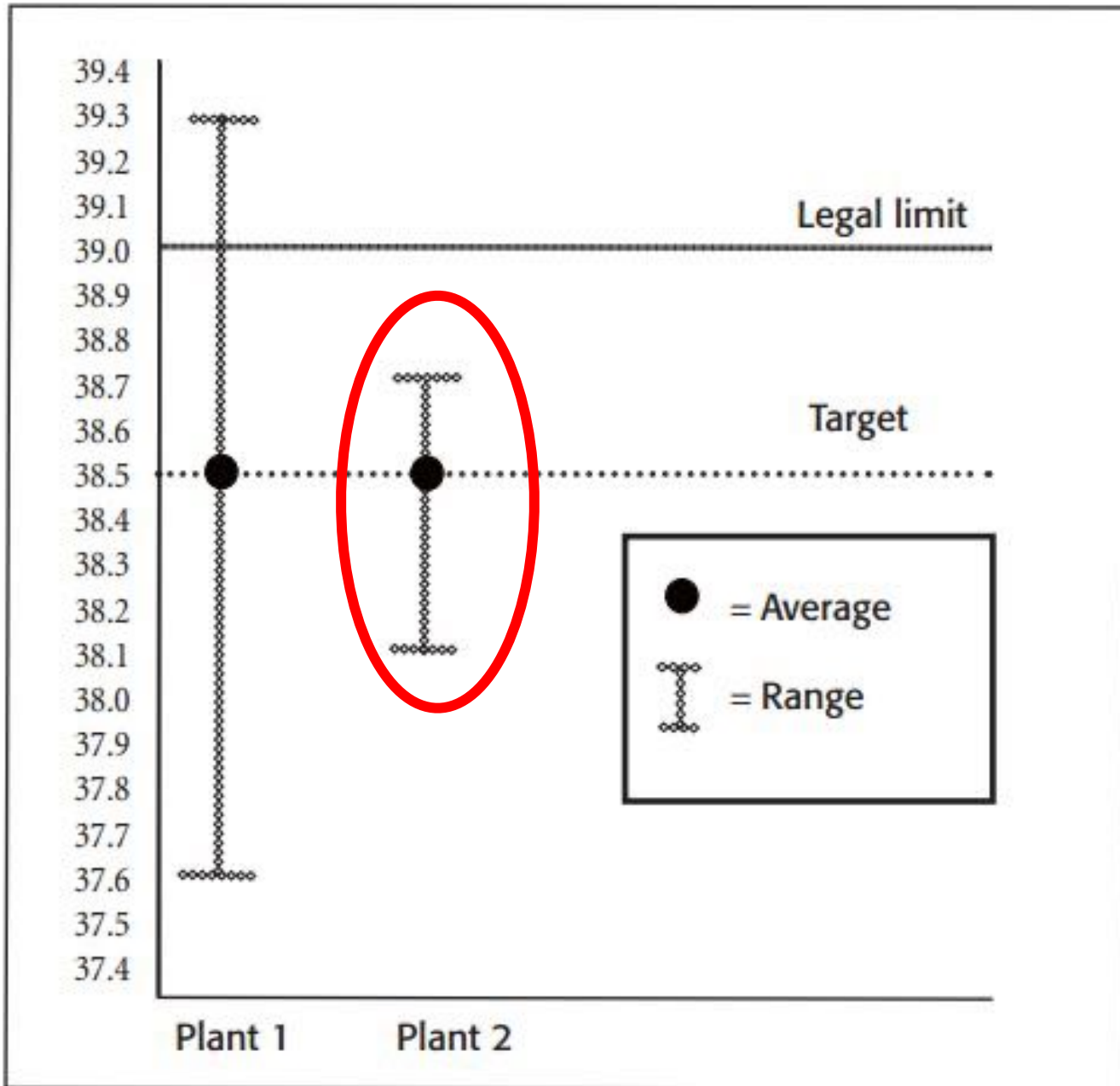


Compare Figures 2 and 3 to see the effect of range or standard deviation on moisture levels. Which figure explains the issue better?

Figure 2.
Mild Cheddar Cheese

Vat	Moisture Plant 1	Moisture Plant 2
1	39.3	38.8
2	38.7	38.4
3	37.9	38.6
4	38.3	38.3
5	39.1	38.5
6	37.7	38.4
7	38.5	38.8
8	37.6	38.2
9	38.9	38.4
10	39.0	38.6
Average	38.5	38.5
Range	1.7	0.6

Figure 3.



TANQUE DE 10.000 LITROS DE LEITE

1.053 kg MUSSARELA , COM 44% UMIDADE
EQUIVALE A 9,5 LITROS POR KG

**AUMENTO DE 1% UMIDADE = AUMENTA
1,8% PRODUÇÃO**

AUMENTANDO 1% DE UMIDADE : 44 para 45%

INCORRETO → $1.053 + 1\% = 1.063 \text{ kg}$ e
 $9,41 \text{ litros / kg}$

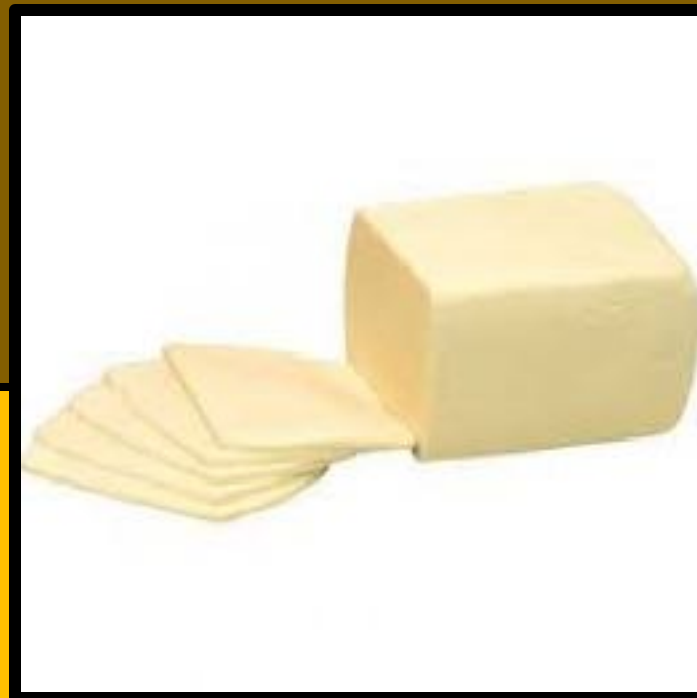
CORRETO → $1.053 + 1,8\% = 1.072 \text{ kg}$ e $9,33$
 litros / kg

Mussarela

Rendimento normal:

9,0 a 10 litros /kg

Mussarela com 45% umidade
e uns 24% de gordura



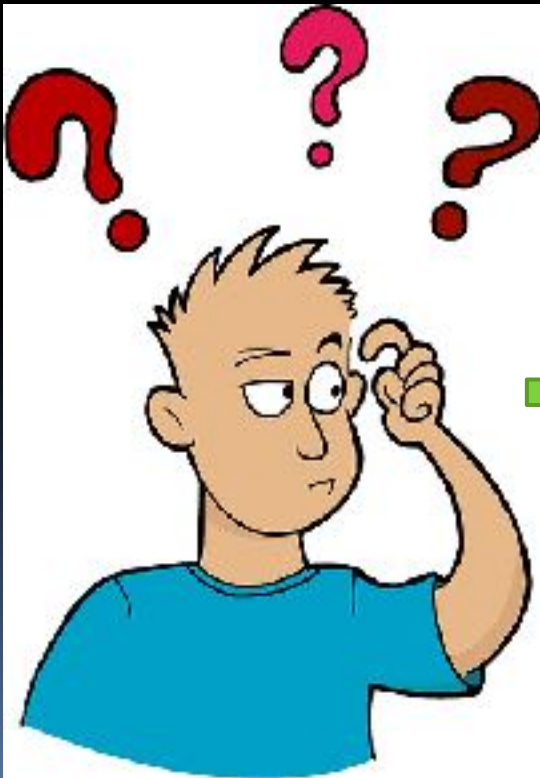
FATORES CRUCIAIS NO RENDIMENTO

- 1-Teor de caseína do leite
- 2-Teor de gordura
- 3-Umidade do queijo
- 4-Perdas no processo
- 5-Qualidade do leite (“spot”)



Rendimento de 8,5 litros / kg?

mais gordura no leite
mais umidade no queijo



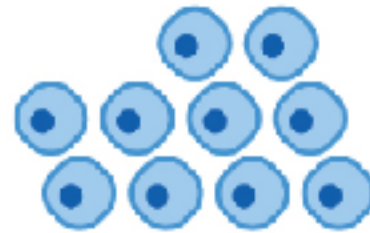
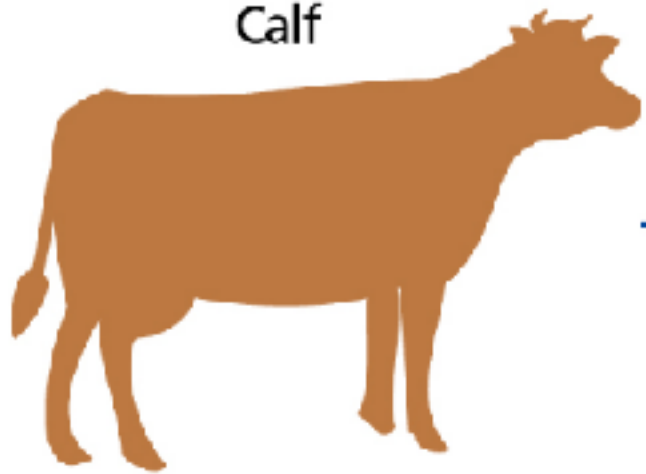
Durabilidade
Amolecimento?
Fatiabilidade

COAGULANTE TEM GRANDE IMPACTO TAMBÉM NO RENDIMENTO QUEIJEIRO

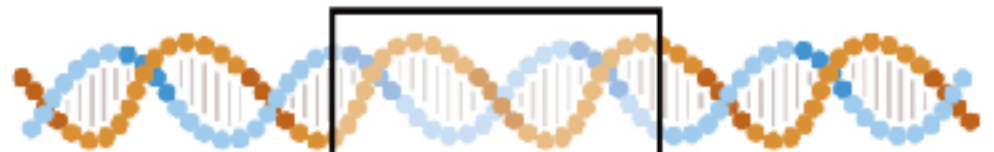


Relação C/P (coagulação/proteólise)
Transferência de sólidos para coalhada
Firmeza da coalhada (finos)

Calf



Cells from stomach



Chymosin gene



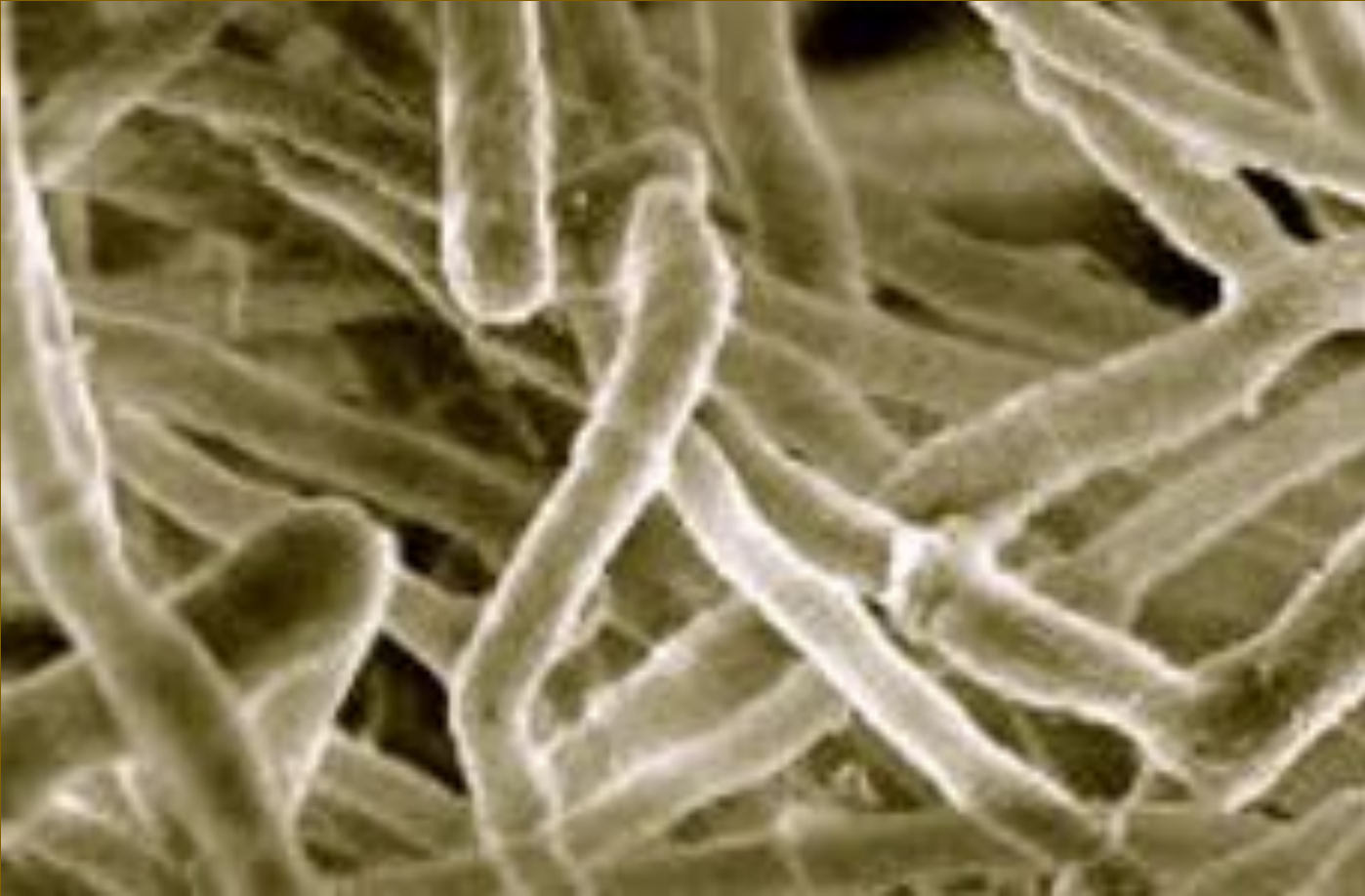
Microorganisms

Extraction and purification



Chymosin from GMMs

IFF e Fermentech agora tem QUIMOSINA PURA



Trichoderma reesei.

DA COALHADA AO QUEIJO,
O MELHOR DESEMPENHO
CHYMOSTAR®



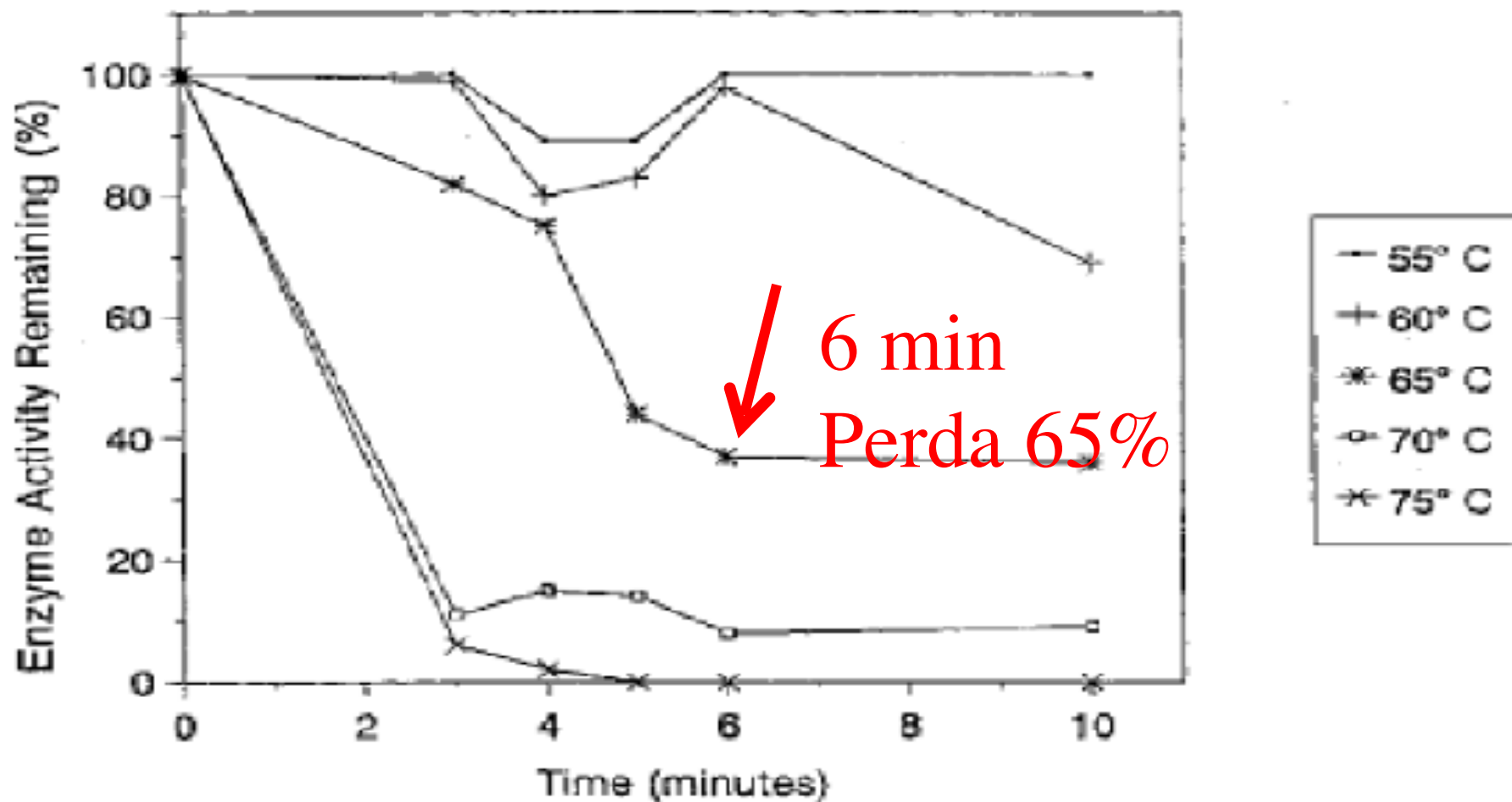
Aumentar a umidade da Mussarela é um grande recurso para melhorar Rendimento

Como conseguir isso?

- Coagulando mais rápido*
- A uma temperatura mais baixa : Gordura
- Aumentando a dose de coalho
- Filando o mais rápido possível

Mas e o gosto amargo??

Thermal Inactivation of Fermentation Produced Chymosin



Na filagem a temperaturas mais altas, entre 61 e 63 C muito mais QUIMOSINA é destruída

MUITO MENOS RESÍDUOS NO QUEIJO

Força 700 IMCU / m
Dose media 4-6 ml

DOSE POR 100 LITROS

LEI

Dose maior

Tempo menor

Umidade
mais alta

-8 ml

-7 ml

-6 ml

-5 ml

-4 ml

AUMENTO DE 1% UMIDADE = AUMENTA 1,8%

CHOOZIT® FAST

LIOFILIZADO



ECO

economia de energia

menor impacto ambiental

acidificação consistente e rápida

não necessita ultra congelamento

alta robustez contra os fungos

rapidez e segurança na logística

rápida fermentação



fermentech



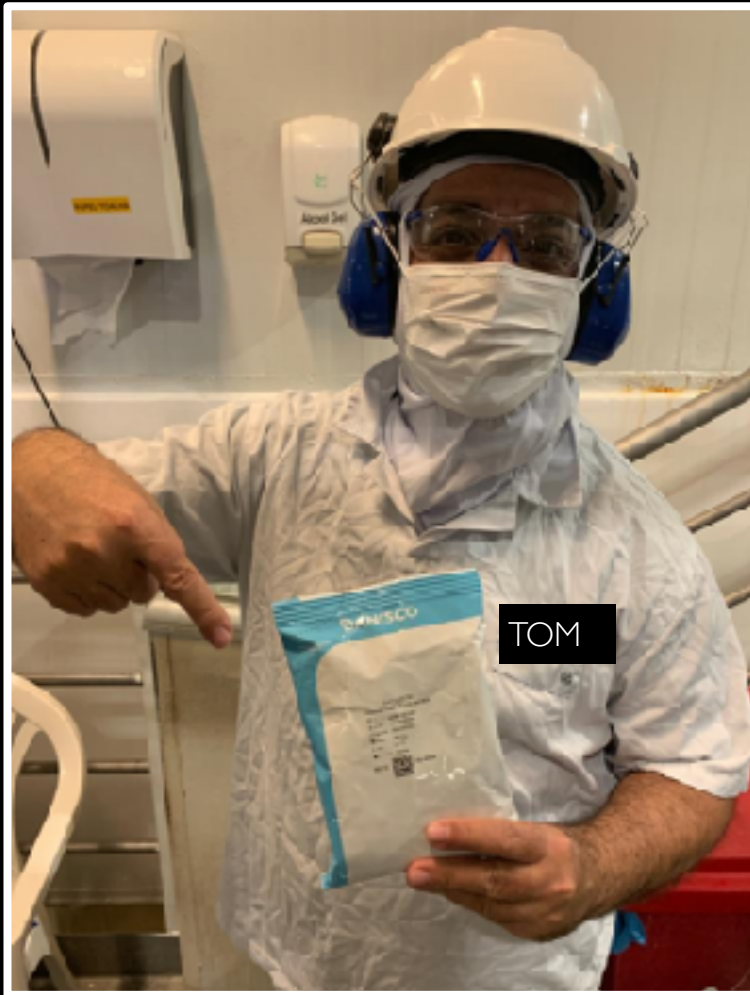
iff

Instituição de Referência em Alimentos

11 2227.7500 • www.fermentech.com.br



Aromas - Coagulantes - Corante de Cálcio - Condimentos - Conservantes - Corantes Naturais - Caramelo, Carmim de Cochonilha, Clorofila e Urucum - Culturas Diprototroca Culturas Liofilizadas e Congeladas - Culturas Probióticas - Estabilizantes Fibras - Fubapa Trijada - Lantase - Lipase - Culturas de Fungos - Quimocinas



LYO mais rápido

Para substituir o FROZEN

8 cepas em cada rotação

Muito robusto contra fagos

Excelente performance

PARAMETROS QUASE IMPOSSIVEIS DE SE DETERMINAR COM EXATIDÃO



- Volume de leite no tanque
- Kg de queijos produzidos

A aplicação da fórmula de Van Slyke no controle do rendimento da mussarela

15-07-2020 15:14:41 Por: Múcio M. Furtado, Ph.D. DuPont Nutrition & Biosciences



RENDIMENTO - O tema tem sido cada vez mais abordado nas fábricas de laticínios, pelo obvio interesse em aumentar a eficiência dos processos, diminuindo custos e aumentando a rentabilidade.

Valores de rendimento podem ser expressos de duas formas mais relevantes: Em porcentagem, indica quantos quilos de queijo podem ser obtidos com 100 litros (ou quilos) de leite. Em litros/quilo, indica quantos litros de leite foram necessários para elaborar 1 quilo de queijo.

DIFICULDADES NA DETERMINAÇÃO

É extremamente difícil determinar o rendimento queijeiro com exatidão.





Transferencia da massa : pH é crucial



TEMPO E TEMPERATURA TEM UM FORTE IMPACTO NA VELOCIDADE DE FERMENTAÇÃO

Situação ideal :

- adicionar no início do enchimento
- pré-maturação a 37 C

Situação complicada:

- adicionar no final do enchimento
- pré-maturação a 33 C

AFETA pH no PONTO e TRANSFERENCIA

Concentração e Secagem do soro

IDEAL = 6,15 – 6,20
ALTO = 6,25 – 6,40

ENORME INFLUENCIA NA QUALIDADE DA FILAGEM



FIBRAS MAL FORMADAS



FIBRAS IDEAIS





- pH soro ponto : $> 6,25 - 6,35$ = massa muito mais calcificada
- ideal para SORO A SER CONCENTRADO E SECADO
mas não ideal para **FILAGEM**
- pH soro ponto: $< 6,20$ = massa fila muito melhor e mais rapidamente
- POREM SORO **MUITO ÁCIDO** PARA UF E SECAGEM



Bom fatiamento
SEGUE SENDO
fundamental



Desejável...



Massa que nao fatia bem



Mal fatiamento tem 2 causas principais

1-Excesso de umidade (45 a 46 % pra fatiar, 48 a 49% ralar)

BUSCA DE ALTO RENDIMENTO?

2-Excesso de gordura (normal 23-24% queijo, 43--45% GES)

OUTRAS CAUSAS EVENTUAIS:

3-Excesso de desmineralização (filar pH baixo demais)

4-Retenção de soro-proteínas : HTST...????

-Temperatura > 75 ? Tempo residencia > 15 s ??

5-Sal muito baixo, proteólise rápida (ideal 1,4 a 1,6%)

OUTRA CAUSA, POUCO CONHECIDA, PARA
O MAU FATIAMENTO DA MUSSARELA

Salmouras tem seu teor de sal
avaliado por densimetria



TABELA 09- Equivalencia entre graus Baumé (Bé), densidade e concentração de sal na salmoura

RELAÇÃO DA GRADUAÇÃO BEUAMÉ COM % DE SAL E DENSIDADE A 15°C

Graduação Baumé	Densidade a 15°C	% de sal
1	1,007	1
2	1,014	2
5	1,036	5
10	1,075	10
15	1,116	15
17	1,134	18
19	1,152	20
20	1,161	21
22	1,180	24
25	1,209	27

TABELA PARA AJUDAR NA PREPARAÇÃO DE SALMOURA NOVA

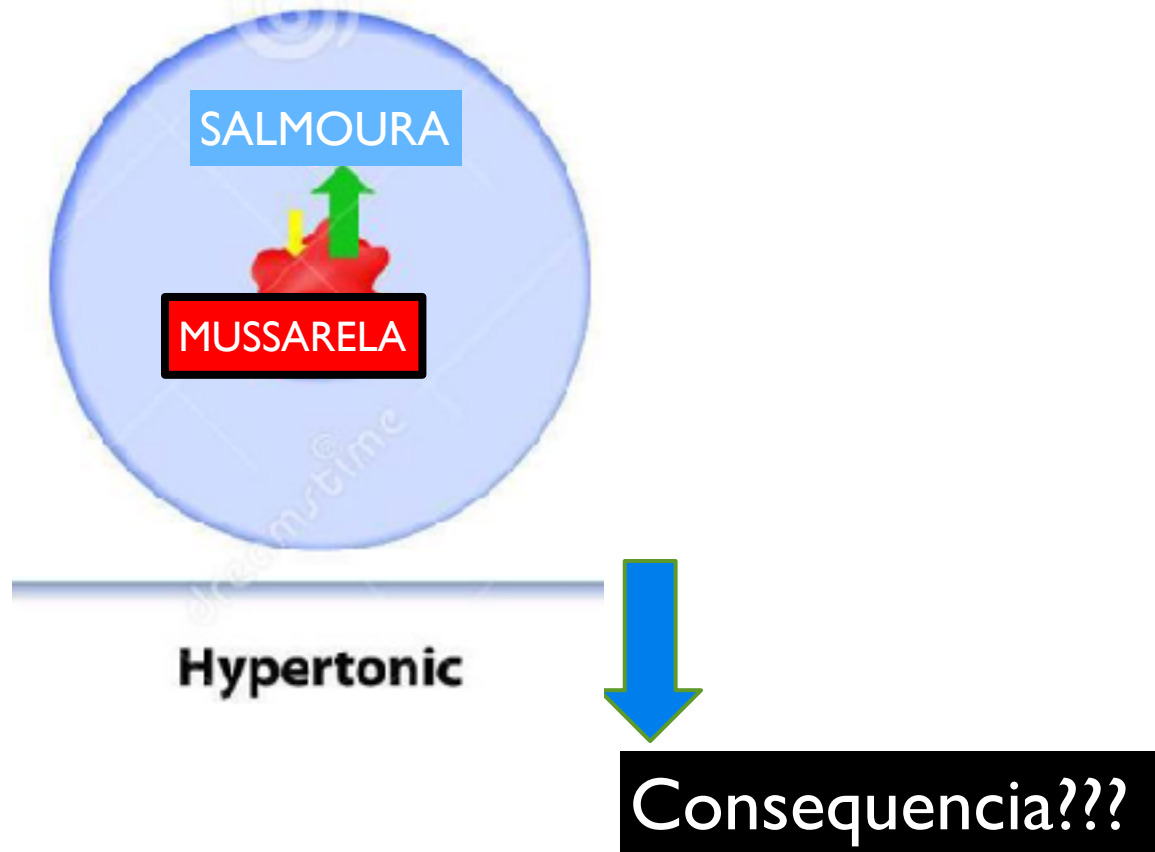
Preparação da Salmoura

Sal adicionado (kg/ 100L de água)	Volume final de salmoura (L)	Concentração de sal (%)		Densidade (15°C)	
		p/p	p/v	kg/L	oBé
15.7	105.2	13.6	15.0	1.10	13.2
19.3	106.5	16.2	18.1	1.12	15.6
23.1	108.0	18.8	21.4	1.14	17.8
26.9	109.4	21.2	24.6	1.16	20.0
29.0	110.3	22.4	26.3	1.17	21.1
31.1	111.1	23.7	28.0	1.18	22.1

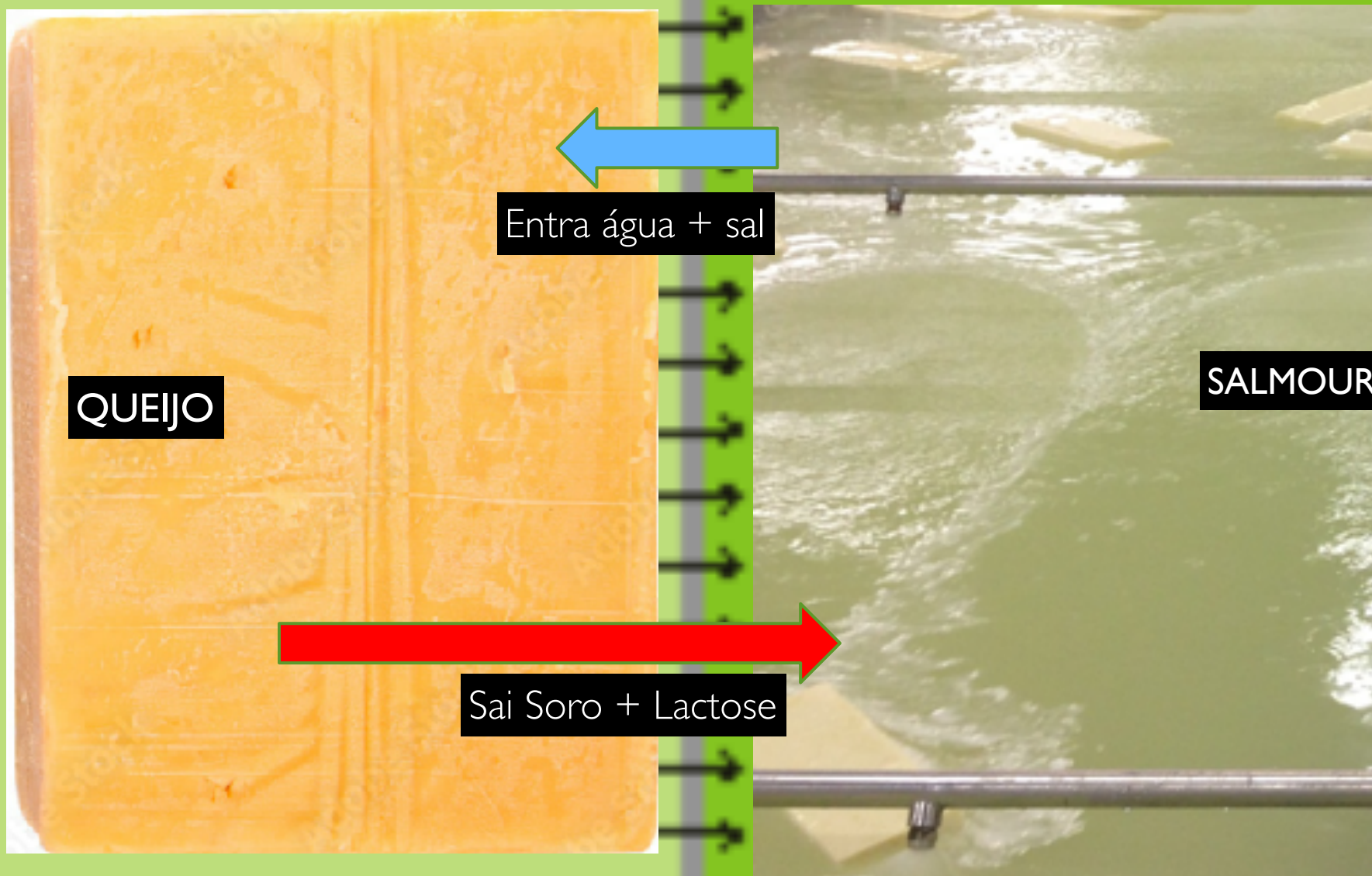
Fluxo de soro e salmoura em um queijo

 Sai bastante soro + lactose

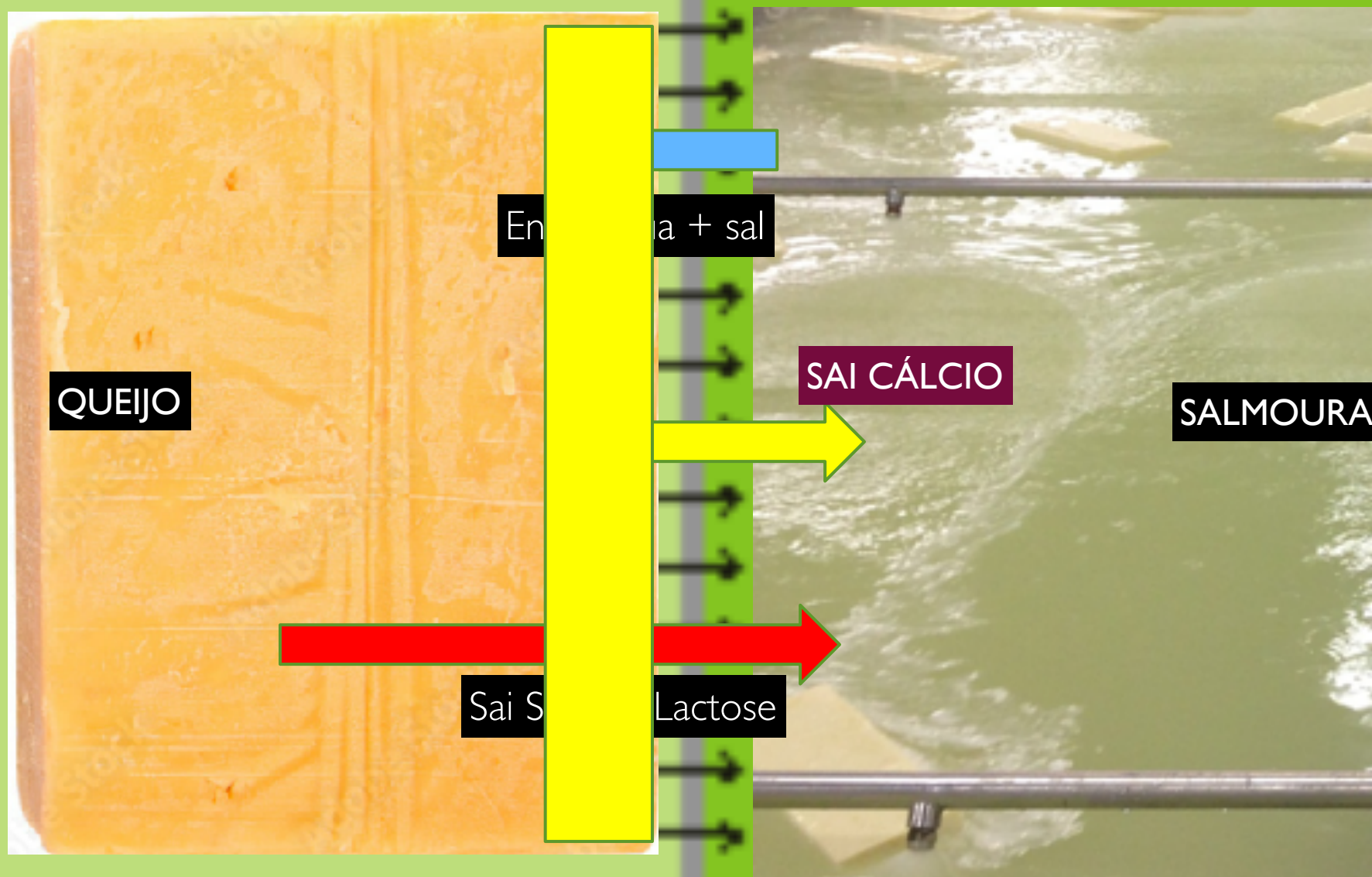
 Entra pouca salmoura (sal)



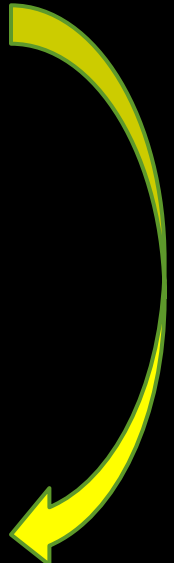
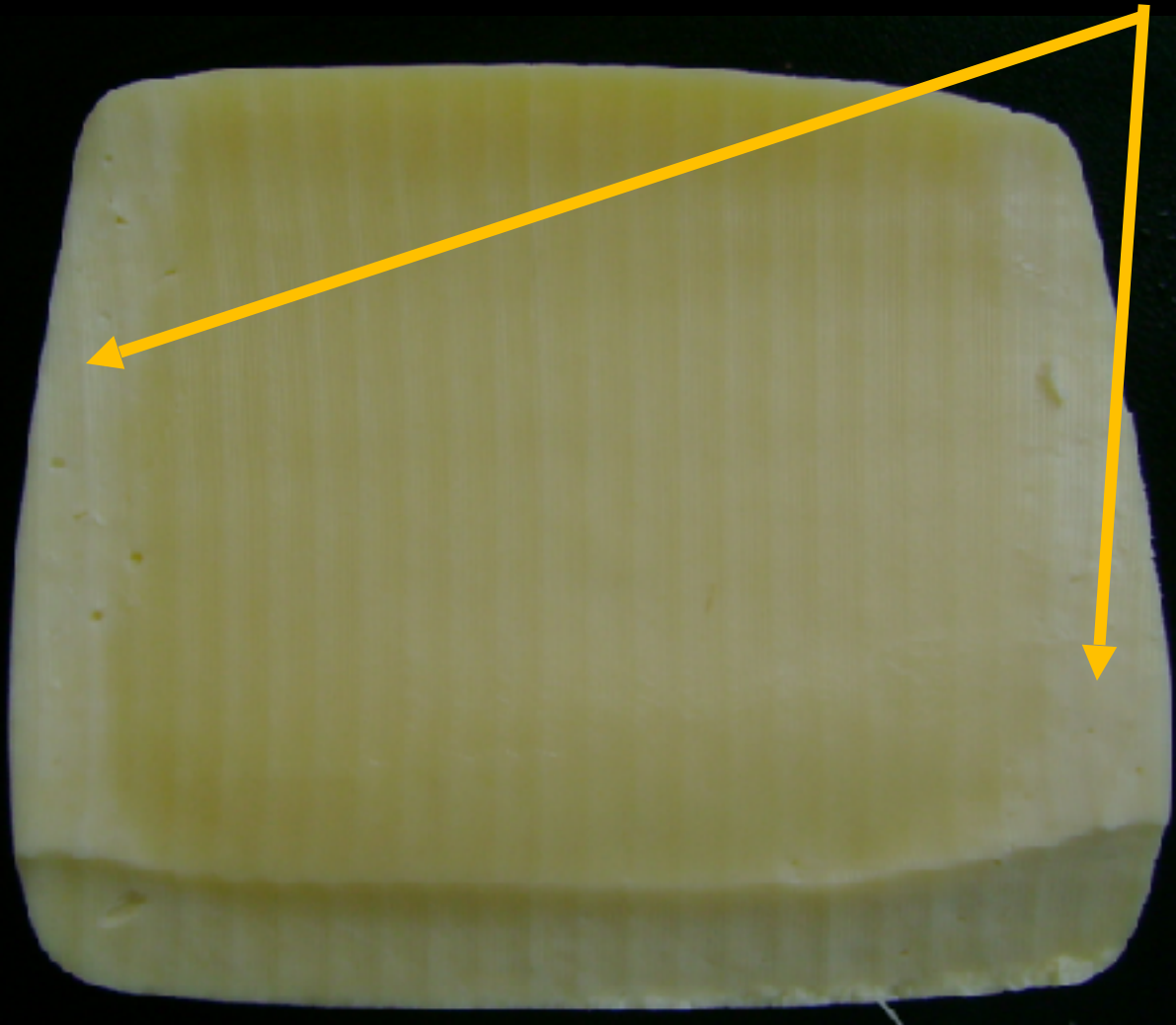
QUEIJO PERDE PESO E CÁLCIO NA SALMOURA



QUEIJO PERDE PESO E CÁLCIO NA SALMOURA




Borda descalcificada



Fica amolecida e não fatia bem

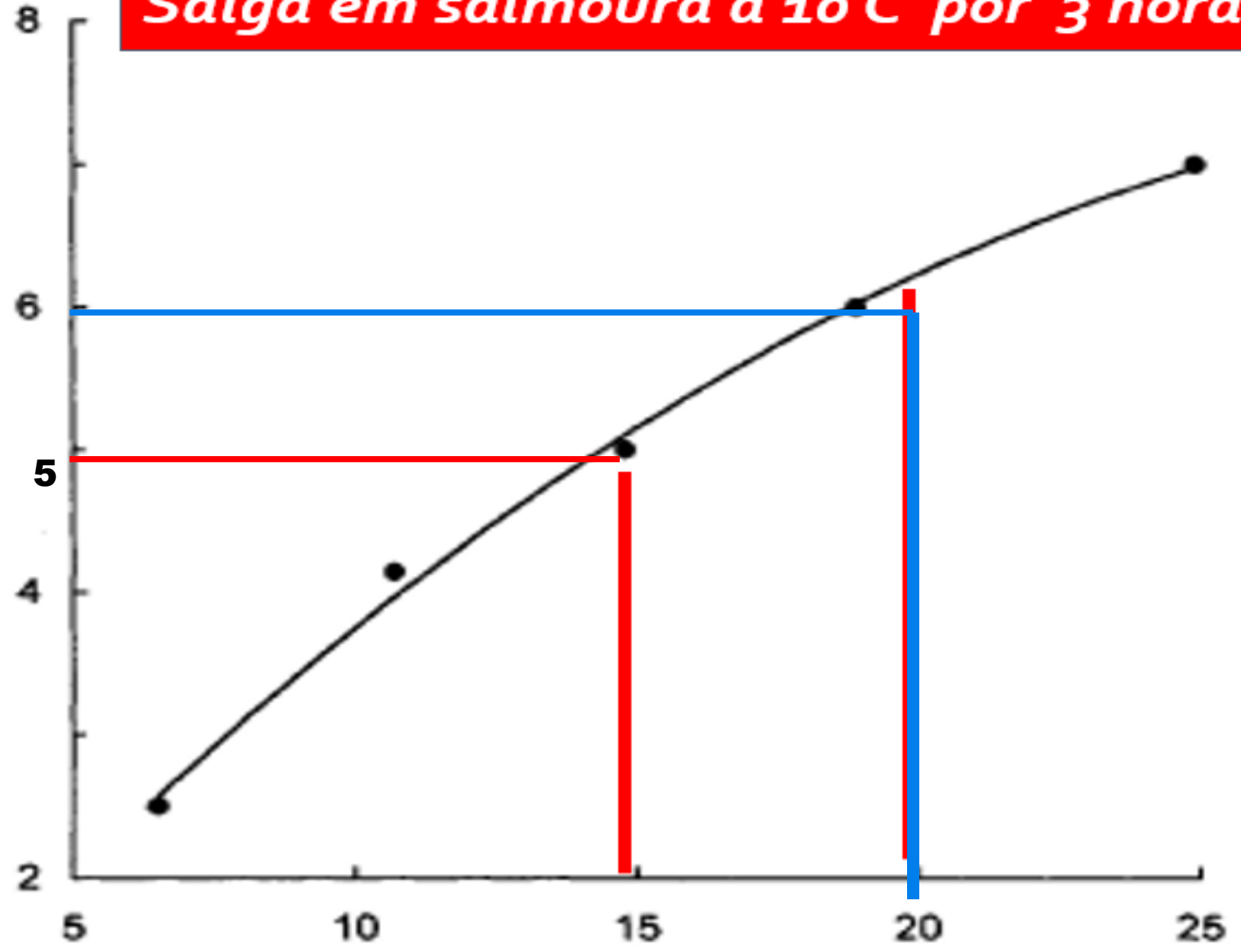
SALMOURA NOVA OU RECUPERADA



**Adicionar Cloreto de Cálcio
0,5% ou 5 litros por 1.000 litros**

Salga em salmoura a 10 C por 3 horas

Salt-in-moisture, g/100 g



Brine concentration, g/100 g

Salmoura “velhas” : densidade alterada !



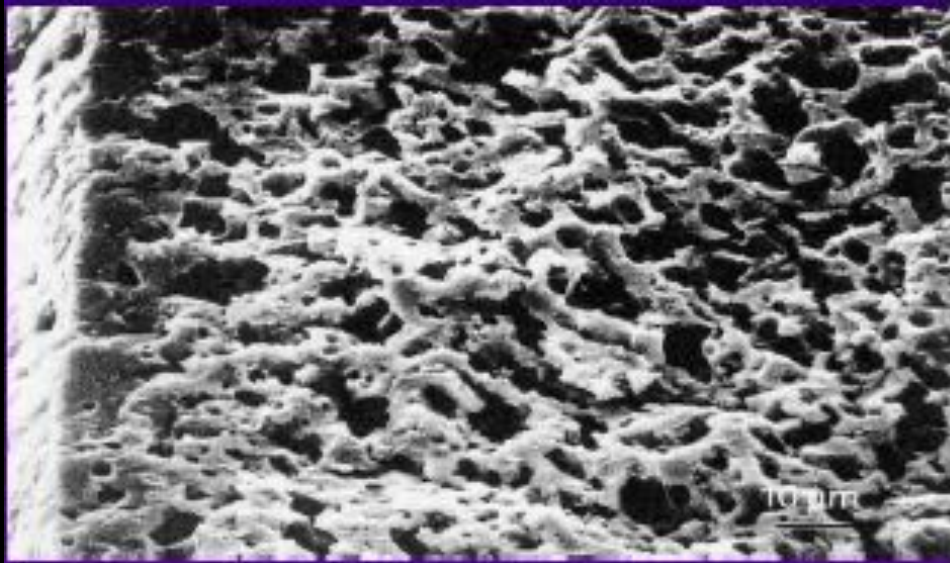
Trincas internas:

- Discretas, finas
- Só percebidas após o fatiamento da peça já embalada.
- Provocam a ruptura da fatia no supermercado

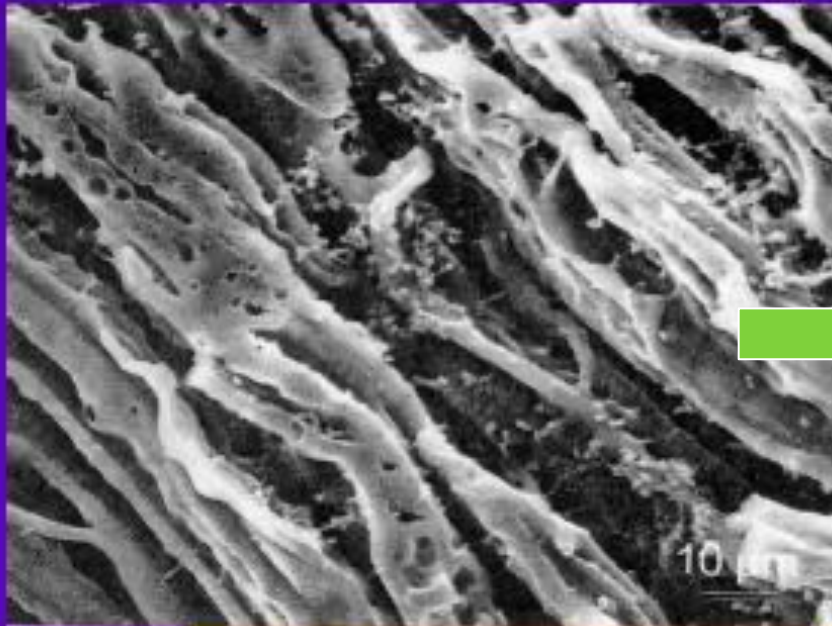




Fatiamento e trincas....



Antes da Filagem



Após a Filagem



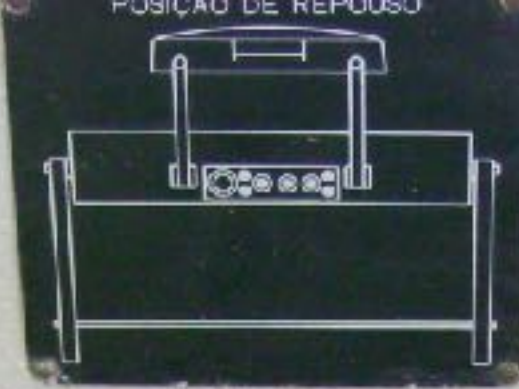
**Massa apresenta estrutura
com fibras alongadas**

Embalagem a vacuo

**Sob certas
condições
fibras tendem a
se
separar**





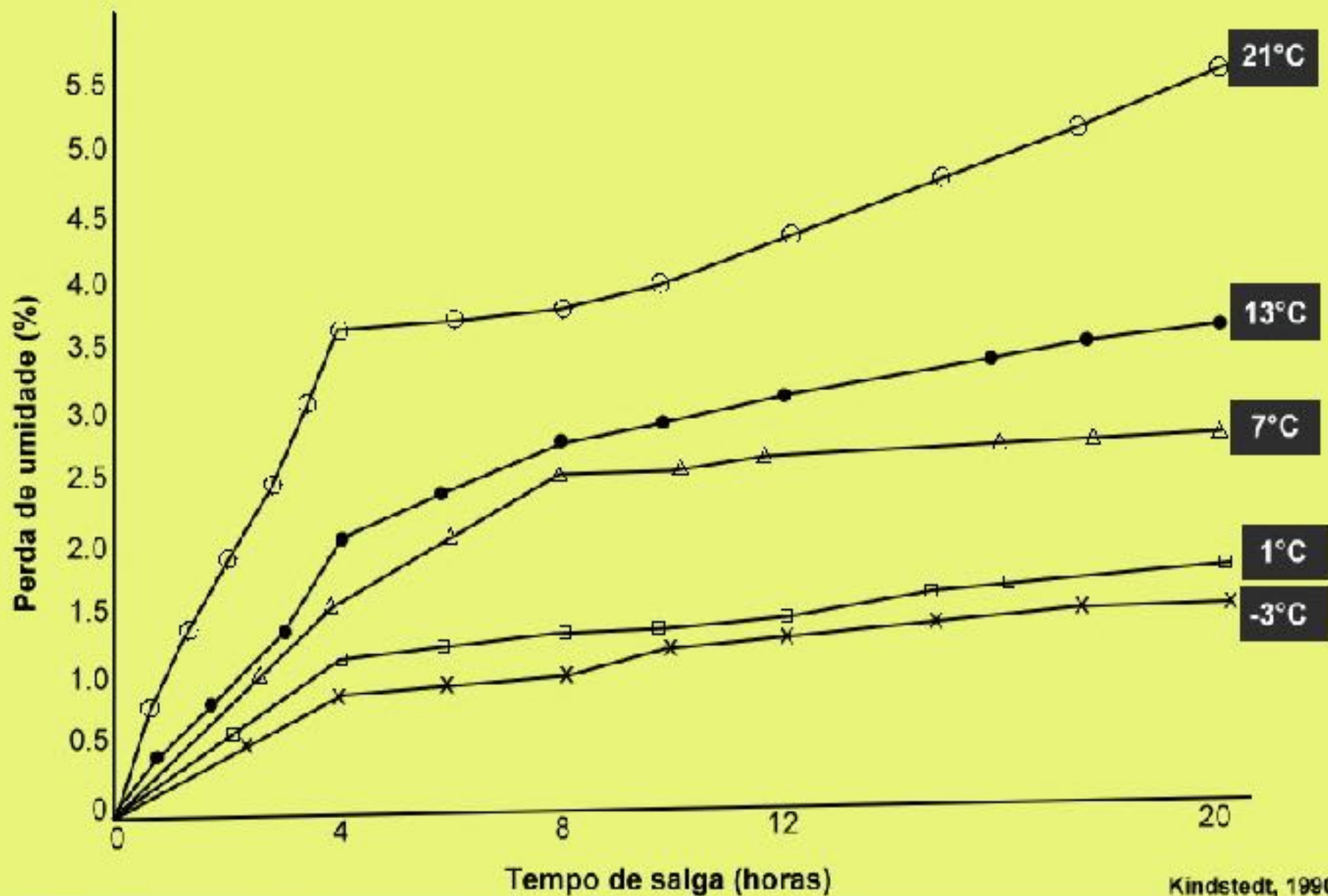


25 polegadas de vácuo
20 segundos de extração

PERDA DE PESO NA PASSAGEM PELA SALMOURA

-Água gelada e temperatura da casca-

PERDA DE PESO NA SALMOURA DE ACORDO COM A TEMPERATURA DE SALGA



**Relação entre o tempo de salga,
absorção de sal e perda de umidade:**

Tempo de salga em horas	Percentual de sal no queijo	Percentual de umidade no queijo
12	0,58	43,02
24	0,73	42,60
36	0,95	42,10
48	1,00	42,20
72	1,19	41,00

TEMPERATURA DA MASSA

-Ideal por volta de 58°C





MUSSARELA FILADA A 58°C:

-Resfriar em água
entre 5-10°C por
uns 15-25 minutos

**NÃO PODE
ENTRAR QUENTE
NA SALMOURA**



**CASCA DA
MUSSARELA
ENTRE 25 E 30°C**



**CENTRO DA
MUSSARELA
ENTRE 45 e 50°C**

UM CASO MUITO CURIOSO:

**FORMAÇÃO DE BOLHAS PERIFERICAS
NA MUSSARELA AINDA NOVA**

**FORMAÇÃO DE BOLHAS
PERIFERICAS NO QUEIJO NA
SAIDA
DA SALMOURA**



MUSSARELA



NO QUEIJO PRATO TAMBÉM...



Coliformes..??? Não... Somente periferia



**Pasteurizador:
Passando leite cru..??**



**Salmoura:
Presença de
Catalase..??**

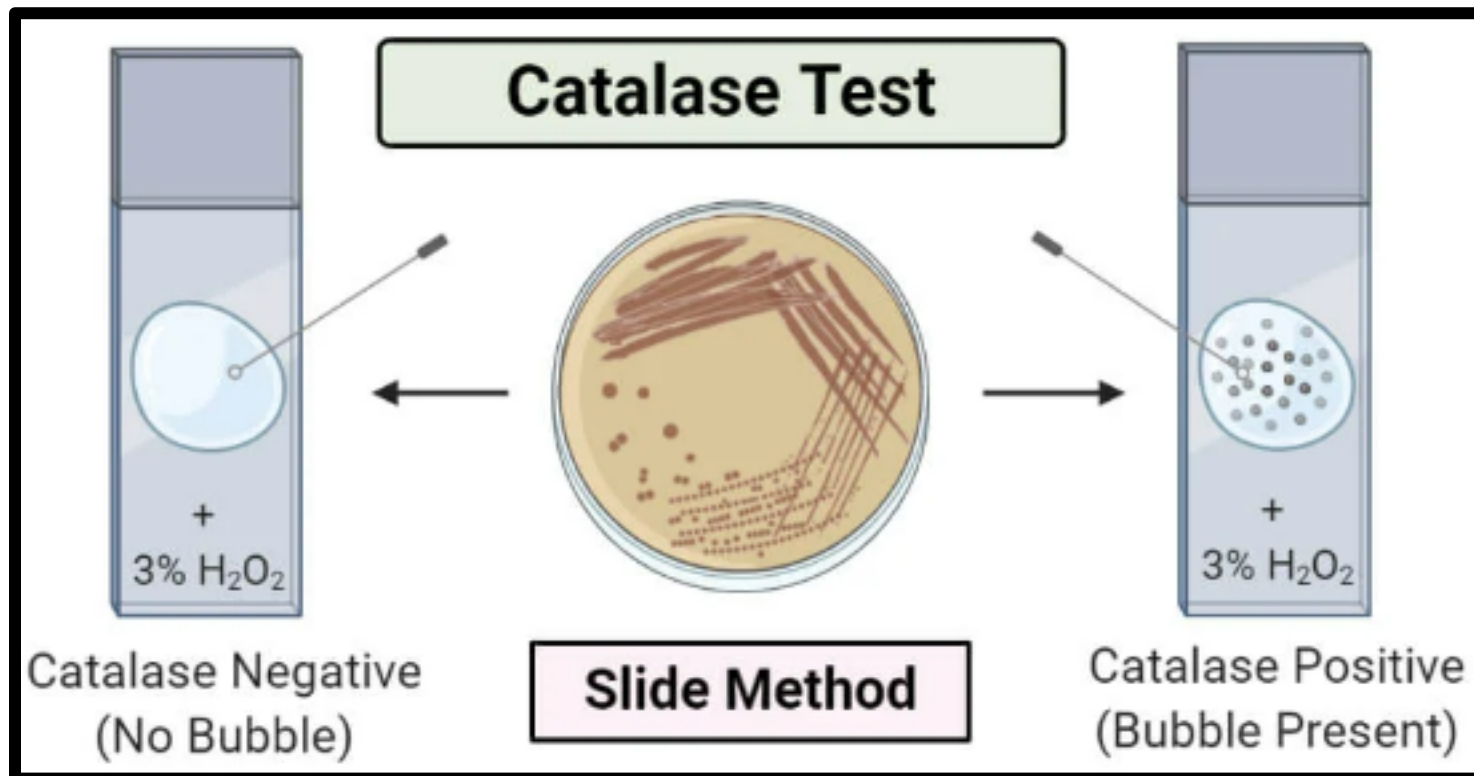
As **BACTÉRIAS** podem ser **CATALASE POSITIVA** ou **NEGATIVA**.

As **LEVEDURAS** sempre irão liberar gás Oxigênio na presença de Água Oxigenada (Peróxido de Oxigênio).

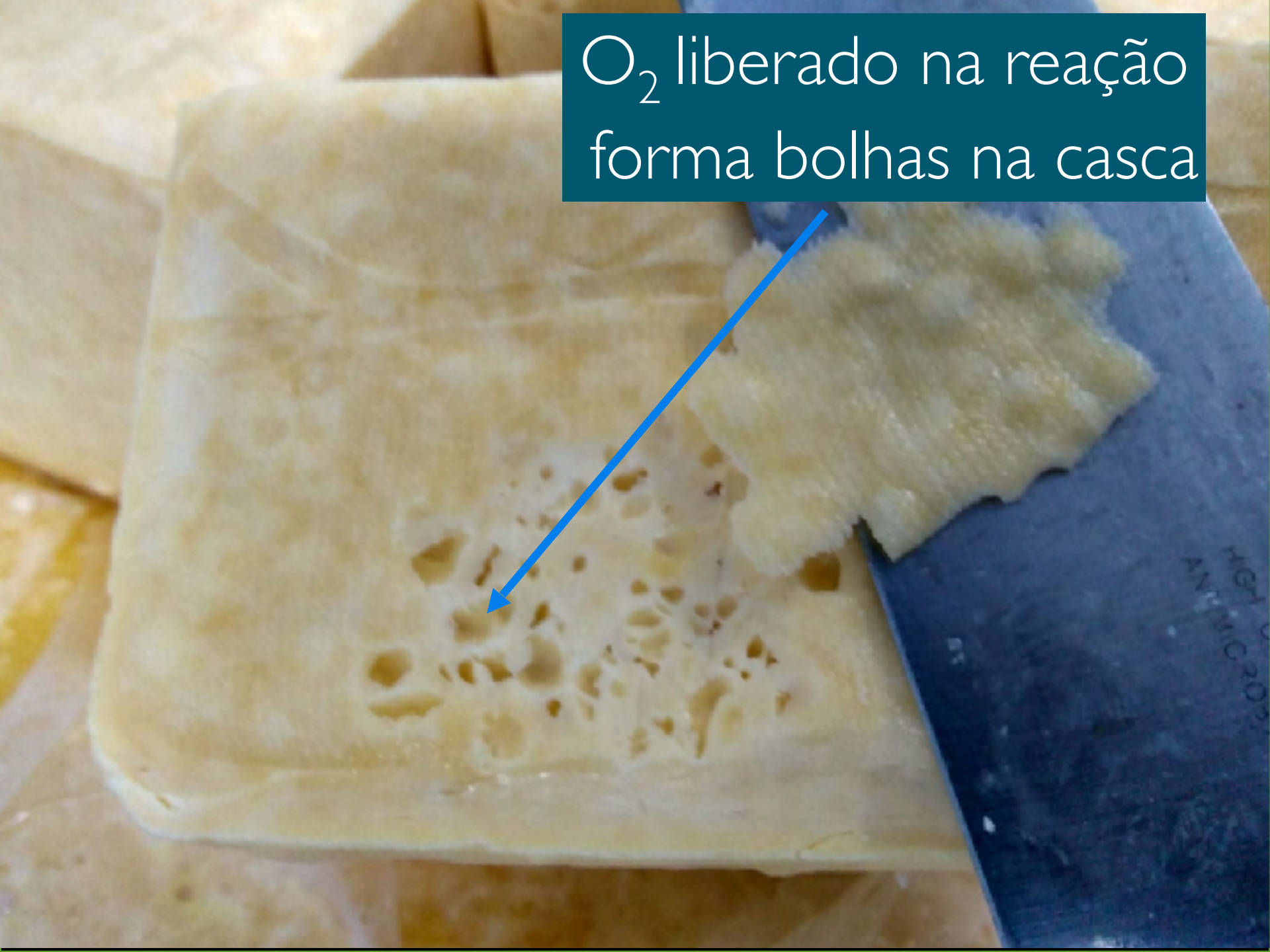
As **BACTÉRIAS LÁCTICAS** nunca irão liberar gás Oxigênio na presença de Água Oxigenada (Peróxido de Oxigênio).

Quais bactérias são catalase positiva?

coli, Enterobacter, Klebsiella, Shigella, Yersinia, Proteus, Salmonella, Serratia), Pseudomonas, Mycobacterium tuberculosis, Aspergillus, Cryptococcus e Rhodococcus equi. são microrganismos catalase-positivos.



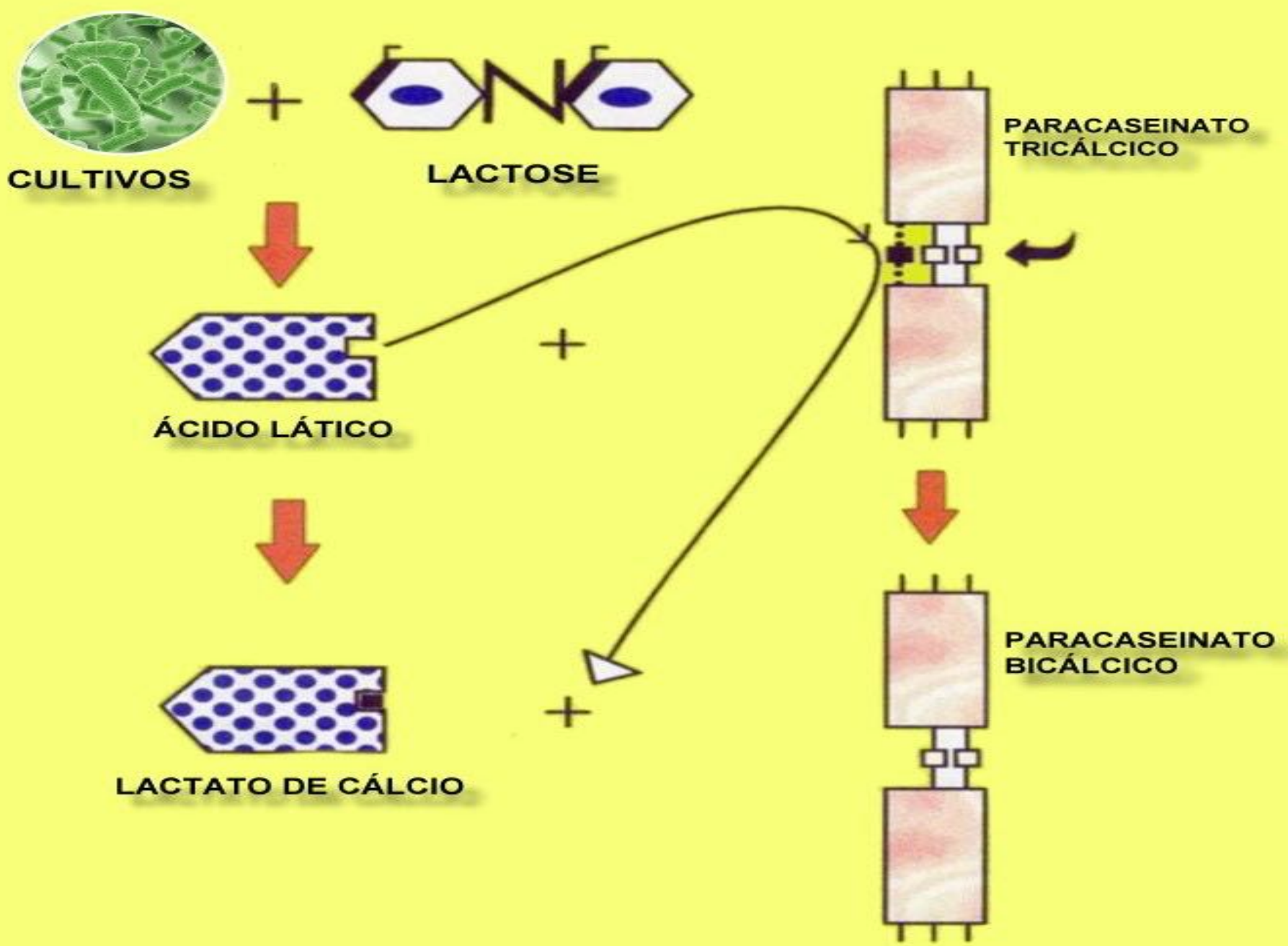
O₂ liberado na reação
forma bolhas na casca



Sua massa está ali fermentando...

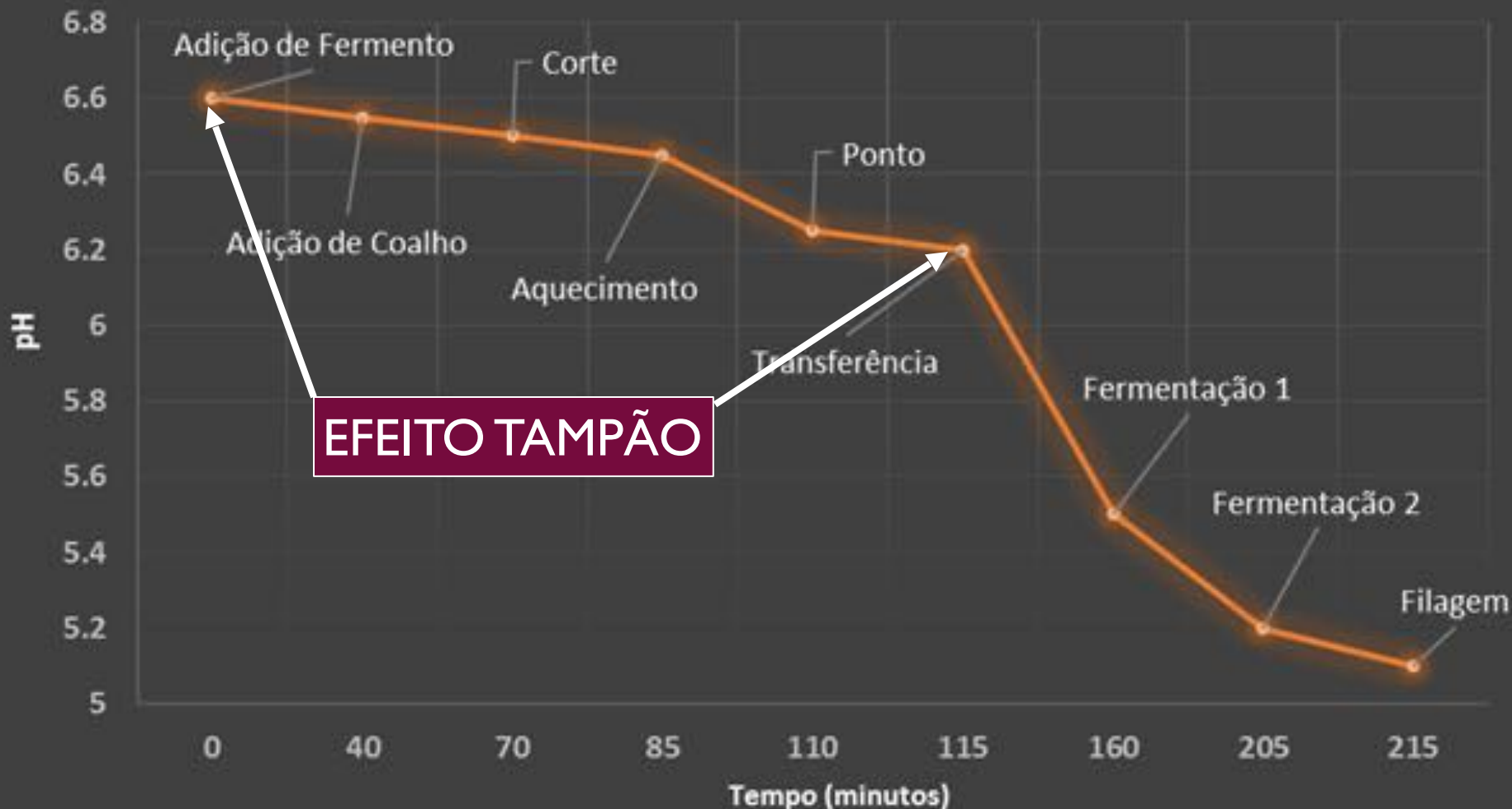


pH vai se abaixando....



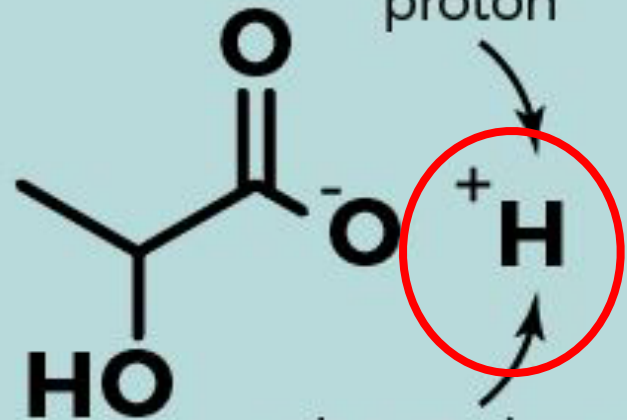
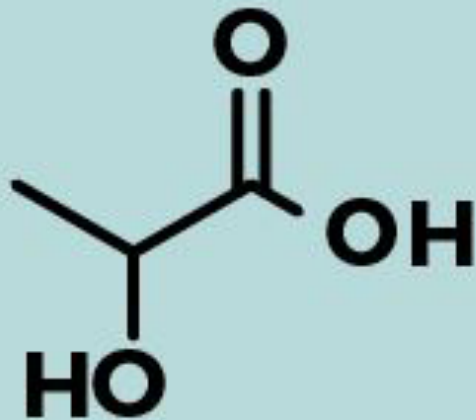
A curva tem uma aparência enganosa...

Curva Típica de Fermentação na Fabricação da Mussarela



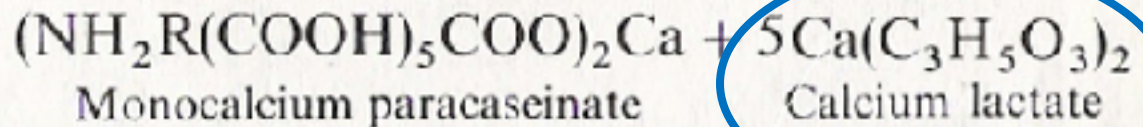
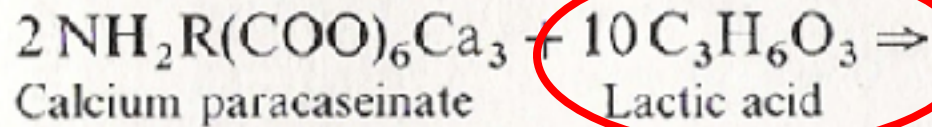
○ proton H^+ liberado reage com a caseína e o lactato reage com o cálcio nela

Lactic Acid



what makes an acid an acid

Em sistema tamponado, o proton H^+ reage com uma base, no caso com a CASEINA coagulada



Dentro do GRÃO, intensa fermentação

Acido lático + Fosfo-paracaseinato de calcio

H⁺



Cultivos
Tempo
Temperatura
de cozimento

(calcio soluvel)

Lactato de calcio + Fosfo-paracaseinato
parcialmente desmineralizado

(80 a 90% de remoção no tanque)



Formação de
gás
entre o queijo
e a embalagem





Salmoura suja é a fonte mais frequente

FERMENTAÇÃO GASOSA NA CASCA

LEVEDURAS

Kluyveromyces lactis

Saccharomyces cerevisiae

Debaromyces hansenii

ambiente e
salmoura

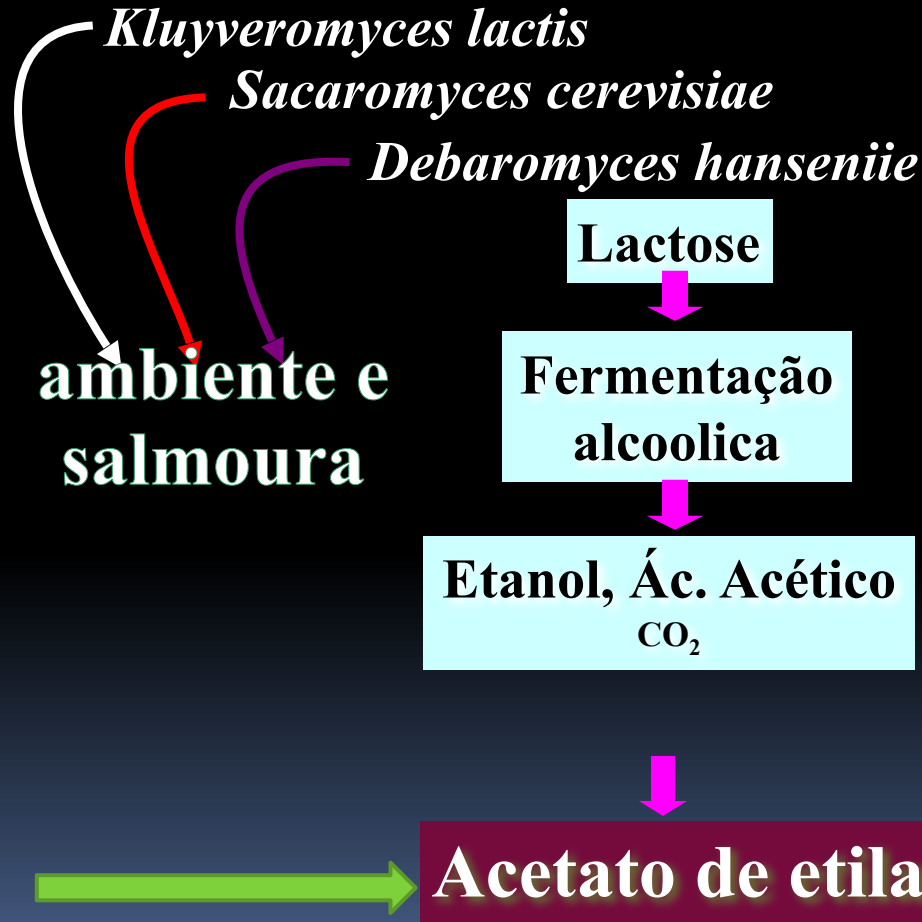
Lactose

Fermentação
alcoolica

Etanol, Ác. Acético
CO₂

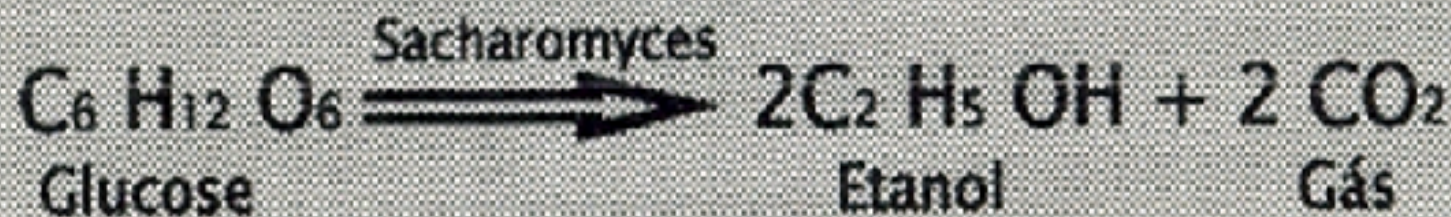
Etanol + Ác. Acético

Acetato de etila **Volátil**



LEVEDURAS NA SALMOURA

Fermentação alcóolica :



Etanol + Ácido acético = Acetato de etila
(aroma de frutas)



Tratar a salmoura a cada 10-15
Para cada 1.000 litros:

-Peroxido de Hidrogenio = 300 ml
Cloro (hipoclorito de sódio) = 500 ml

Mofo tipo “Graxa” sob a embalagem



Mofo tipo “Graxa” sob a embalagem



Phoma glomerata





Phoma glomerata in vacuum packaged mozzarella cheese (Pizza Cheese)

Arlene Gimenes Fernandes Van Dender¹, Antonio Sergio Salles², Muelo Mansur Furtado²

¹ ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos – Campinas-SP- Brazil

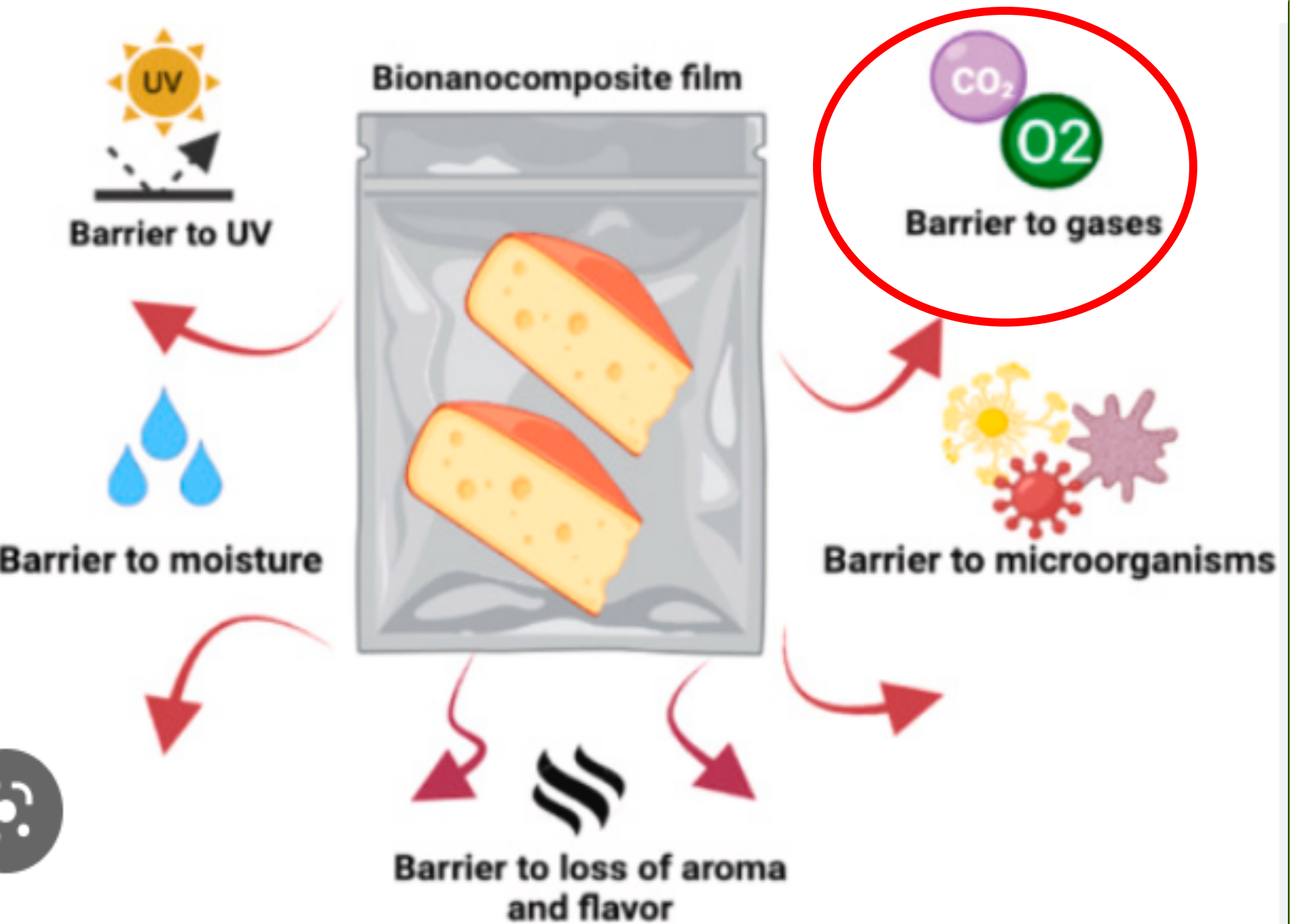
² DuPont (Danisco) – Cordeia-SP - Brazil

1- Introduction/Objective

Thread mould is a defect which occurs sporadically in maturing vacuum packaged cheeses. The major causative genres were found to be Cladosporium, Penicillium, and Phoma. In Brazil, following the global trend, the mozzarella (pizza cheese) is also the most manufactured cheese, used specially in ready meals, pizza shops and cuisine in general. In the process of stabilization, the mozzarella is usually maintained between 15 to 60 days in cold conditions before being marketed. In recent time there has been observed a higher incidence of a contaminant fungus growing on the surface of the cheese despite it being vacuum packed just after brining. Apparently in all cases found no ruptures or perforations were observed on the packaging (PVDC - Polyvinylidene chloride). The incidence of this problem is reported to be responsible for serious losses to the Brazilian cheese industry.

2- Methods

Samples of contaminated cheese (see pictures) were evaluated by ITAL – Technology Food Institute – Campinas/SP-Brazil. The fungi was isolated from cheese in DRBC agar (dichloran rose bengal chloramphenicol) after appropriate incubations. Resulting colonies are now under identification. According to the literature its related to Phoma glomerata commonly found in nature, especially in grain (sorghum, corn, soybean) and factory environments. This species grows in a wide range of temperature and pH, at low concentration of oxygen and low water activity. It appears to be little proteolytic and or lipolytic, and has no pathogenicity. Morphologically shows on the surface of cheese a brownish coloration.

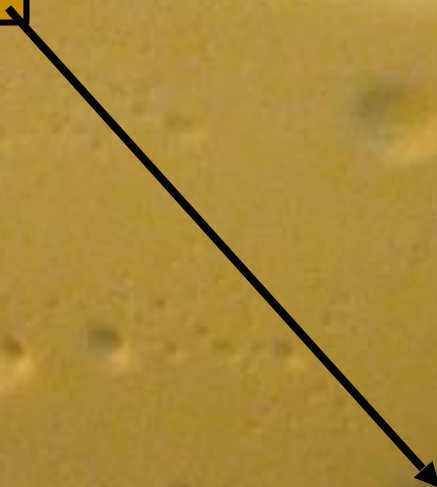


Barreiras de Oxigenio variam muito nas embalagens

Barrier Polymer	O ₂ Permeability (cm ³ mm m ⁻² day ⁻¹ atm ⁻¹) RH 50%, 23 °C
Polystyrene (PS)	100–150
Polyethylene (PE)	50–200
Polypropylene (PP)	50–100
Poly(lactic acid) (PLA)	10
Poly(vinyl chloride) (PVC)	2–8
Poly(ethylene terephthalate) (PET)	1–5
Polyamide-6 (PA6)	1,4
Poly(ethylene naphthalate) (PEN)	0.5
poly(m-xylylene adipamide) (MXD6)	0.05
Poly(vinyl alcohol) (PVOH)	0.02–1
Ethylene vinyl alcohol (EVOH)	0.04–0,4
Poly(vinylidene chloride) (PVDC)	0.01–0,3

Oxygen permeabilities of common polymers in packaging.

DEDÃO



Dedão: formas sem furos suficientes





mucio.furtado@iff.com



+ 55 11 97281 6346