

Procesamiento industrial de lácteos



Ana Gabriela Bolaños Alpizar
Nutricionista/CPN 2580-18

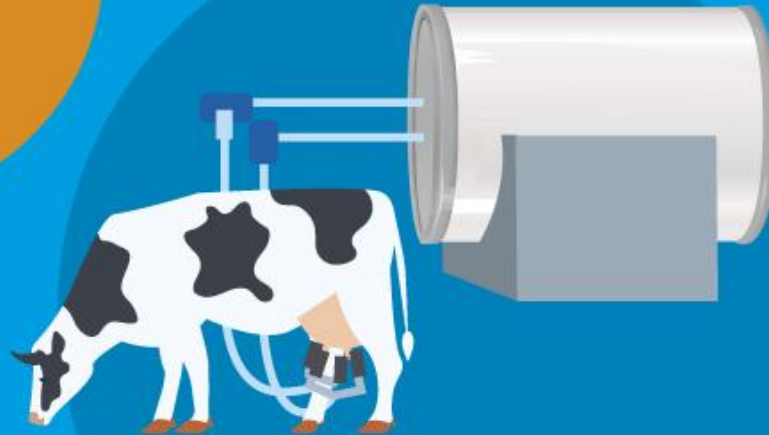
Procesamiento industrial de lácteos



Buenas prácticas de producción



Sanidad
del animal



Higiene del ordeño y
conservación de la leche



Alimentación
y suministro
de agua



Buenas prácticas de producción



Buenas prácticas de producción



Inocuidad: Leche o subproducto no transmite ni produce enfermedades

Calidad higiénica: se considera el número total de bacterias vivas que desarrollan colonias por mililitro (UFC/ml)

Calidad sanitaria: se consideran las células somáticas por mililitro (céls/ml)

Reglamentos bromatológicos varían según el país

Procesamiento industrial

1. Filtración

- Eliminar pasto, insectos, pelos, materiales extraños
- Ordeño manual y mecánico
- Debe reunir las condiciones necesarias para retirar el material extraño y evitar ser un contaminante
- Desechables o fáciles de lavar y desinfectar



Procesamiento industrial



2. Refrigeración

- La temperatura regula el crecimiento de microorganismos
- La leche recién ordeñada tiene una temperatura similar a la de la vaca
- Máximo 3 horas ► 4°C (fase lag)
- Crecimiento de bacterias psicrófilas (15°C o menos) y psicotróficas (15-20°C)
- Principales organismos implicados en el deterioro de los alimentos



Procesamiento industrial

3. Estandarización

- La grasa es uno de los componentes más variables de la leche (3,5-5,5%)
- Cada producto lácteo tiene un contenido de grasa distinto
- Antes de higienizar o transformar la leche se debe estandarizar
- Procesos modernos: sensores en las líneas de higienización con válvulas que permiten la salida de crema
- Procesos manuales: Mezclar leche entera con leche descremada o con crema



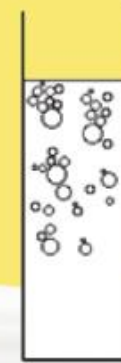
Procesamiento industrial

4. Homogeneización

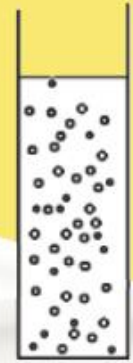
- Reducir el tamaño de los glóbulos de grasa para evitar la separación espontánea de la leche
- La grasa se separa debido a que tiene una menor densidad y al tamaño de los glóbulos
- 5-10 μm \blacktriangleright 1 μm
- Temperatura: 60-70°C
- Los glóbulos de grasa se explotan y se recubren con caseínas



Leche cruda



Leche cruda
después de
1 hora en frío



Leche
homogeneizada

Procesamiento industrial

5. Higienización

- Leche libre de microorganismos patógenos y con un bajo nivel de no patógenos para prolongar la vida útil en condiciones normales de almacenamiento
- Afectar lo menos posible el valor nutritivo y sensorial
- Principalmente se utilizan tratamientos térmicos, aunque actualmente existen otras alternativas



Tratamientos para la higienización

5.1 Termización

- 62°C por 15-20 segundos
- De inmediato se enfría a 4°C
- No garantiza la destrucción de los microorganismos patógenos pero alarga la vida útil de la leche cruda permitiendo disminuir la frecuencia de la recogida



Tratamientos para la higienización



5.2 Pasteurización

- Rápida: 72 y 76°C por 15-20 segundos
- Lenta: 61-63°C por 30 minutos
- Se enfría de inmediato a 4°C
- Destruye todos los microorganismos patógenos y la mayoría de los no patógenos

Tratamientos para la higienización

5.3 Ultrapasteurización

- Flujo continuo a una temperatura entre 135-150°C por 2-4 segundos
- Enfriamiento a 4°C en envases herméticos de alta higiene
- Requiere almacenarse en refrigeración
- Presenta mayor vida útil que la pasteurizada
- Ultrapasteurización ≠ UHT



Tratamientos para la higienización

5.4 Ultra alta temperatura (UHT)

- Se calienta a 135-150°C por 2-4 segundos
- Enfriamiento a temperatura ambiente
- Envasado en recipiente aséptico con barreras para la luz y el oxígeno.
- Este tratamiento destruye las esporas bacterianas brindando esterilidad comercial
- No deteriora de forma significativa la calidad sensorial ni nutritiva de la leche



Tratamientos para la higienización

5.5 Esterilización

- Se calienta a 115-125°C por 20-30 minutos en su envase final
- Se enfría a temperatura ambiente
- El envase debe tener barreras para la luz, oxígeno y humedad
- Al ser un proceso más prolongado la leche pierde gran parte de su calidad sensorial y nutritiva
- Se dan reacciones de pardeamiento no enzimático o de Maillard (pérdida de lisina)



Tecnologías emergentes

5.6 Ultra altas presiones hidrostáticas

- La leche se somete a altas presiones hidrostáticas entre los 100 y 1000 Mpa
- Productos sin cambios en su calidad nutricional ni sensorial
- Ruptura de la membrana celular posiblemente por fuerzas de caída de presión, fuerzas de corte y torsión, turbulencia o fuerzas de cavitación
- La sensibilidad varía: las gram positivas y las esporas son más resistentes
- Cambian el tamaño de las micelas de caseína: mayor firmeza y menor sinéresis en yogurts



Tecnologías emergentes

5.7 Pulsos eléctricos de alto voltaje (PEF)

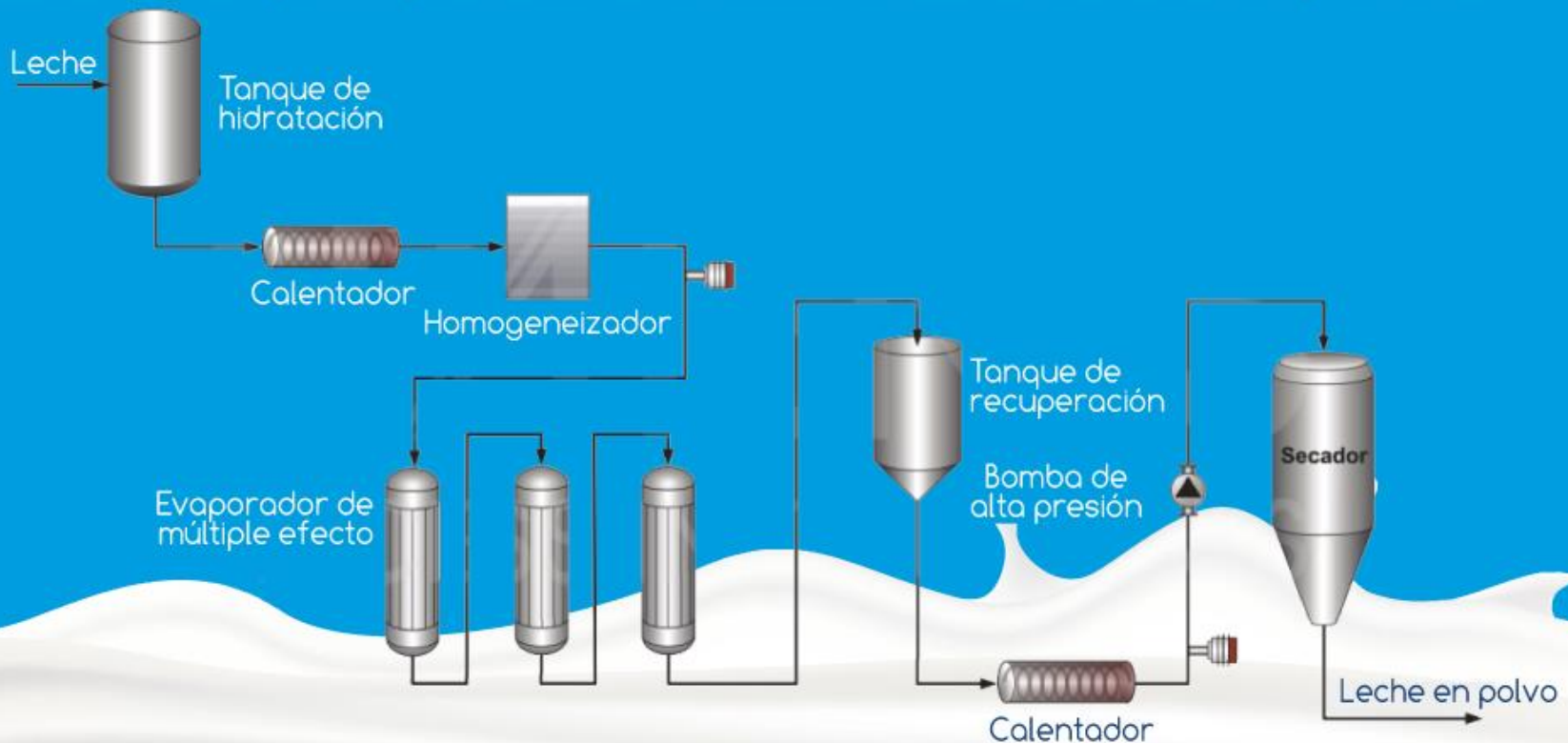
- PEF durante un tiempo 2-300 microsegundos
- Tecnología basada en el la capacidad de los alimentos fluidos de conducir electricidad por su elevado contenido de agua y nutrientes
- Incrementa la permeabilidad de la membrana y produce rupturas
- Conserva las propiedades nutricionales y sensoriales (ligeros cambios en la vitamina C)
- Vida útil ► 2 semanas, similar a la pasteurización
- Elevado costo



Procesamiento industrial

6. Concentración y pulverización

- La leche tiene un contenido alto de humedad (88%)
- Retirar la humedad para disminuir la actividad del agua y frenar el crecimiento microbiano
- Facilita el transporte y almacenamiento al reducir la cantidad de producto



Procesamiento industrial

6.1 Concentración



- La leche concentrada o evaporada ► 8% grasa, 20% sólidos lácteos no grasos y 72% de humedad
- Evaporador en condiciones de vacío, así el punto de ebullición no sobrepasa los 75°C y se evitan reacciones de pardeamiento o Maillard
- La temperatura también asegura que no se desnaturalicen las proteínas del suero
- Conservación por esterilización o añadiendo azúcar

Procesamiento industrial

6.2 Pulverización

- Reduce la humedad a un 3% o menos
- Atomización o spray dryer: Las partículas de leche concentrada finamente atomizada se ponen en contacto con aire caliente
- Temperatura: 170°C
- La partícula de leche solo alcanza entre 75-80°C
- Dos tipos: Alta y baja temperatura



Procesamiento industrial

Instantaneización:

- Proceso opcional después del secado
- Aumenta la solubilidad al generar aglomerados que forman grietas por donde puede penetrar el agua al reconstituirla

Leche en polvo entera

Grasa 27%

Sólidos lácteos no grasos: 70%

• Proteínas: 26%

• Minerales: 6%

• Lactosa: 38%

Humedad <3%

Leche en polvo descremada

Grasa 1%

Sólidos lácteos no grasos: 96%

• Proteínas: 35%

• Minerales: 8%

• Lactosa: 53%

Humedad <3%

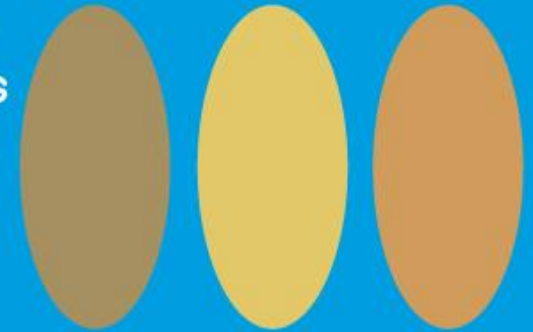


Procesamiento industrial

6.2 Ultrafiltración (UF)



Presión
5-7 bares



Procesamiento industrial

6.3 Ultrafiltración (UF)

- Principal función: incrementar sólidos de la leche
- Diámetro poros mayor (1-100 nm)
- 50-60 °C
- Bombas de recirculación hacen fluir el producto a altas velocidades por la superficie de la membrana
- La membrana separa el material de entrada en dos flujos
- Concentración de proteína y grasa (mayor peso molecular)
- Se elimina la lactosa y pequeñas proteínas



Transformación de la leche en quesos



Dos fracciones: una rica en humedad y una rica en caseínas

- Proceso de coagulación mediante la adición de enzimas (renina o proteasas)
- La enzima hidroliza a las kappa caseínas, el calcio forma fosfoparacaseinato
- Al bajar el pH a 4,6 también se separa el suero de la cuajada pero no se forma el fosfoparacaseinato (quesos untables)



Transformación de la leche en quesos

1. Estandarizar el % de grasa de la leche según tipo de queso
2. Pasteurizar y agregar cultivos
. Bajan el pH y generan actividad proteolítica
3. Cortar con liras
4. Trabajo de tina ▶ se controla el tiempo, la temperatura, el pH y la consistencia del grano
5. Se recogen los granos aplicándoles cierta presión



Transformación de la leche en quesos



6. La cuajada se lleva a moldes y se prensa
7. Inmersión en salmuera
8. Cámaras de maduración ▶ temperatura y humedad controladas
 - . Degradación de compuestos y cambios en el sabor
 - . Proteínas ▶ péptidos o AA
 - . Grasas ▶ ácidos grasos libres, aldehídos, cetonas
 - . Lactosa ▶ ácido láctico, CO₂, diacetilo

Transformación de la leche en yogurt

LECHE

ENVASADO

ESTANDARIZACIÓN

ENFRIAMIENTO

PASTEURIZACIÓN

INCUBACIÓN

ENFRIAMIENTO

INOCULACIÓN

30-45 °C, 2-20 horas

▶ A mayor temperatura mayor viscosidad del yogur, menor porcentaje de azúcar, menor pH y aumenta la acidez titulable

▶ Incorporar el cultivo láctico activado



Transformación de la leche en yogurt

- Hidrolización de lactosa ► bacterias lácticas
- Se forma ácido láctico y acetaldehído ► pH y sabor
- El pH a 3,6-4,5 ► coagulación de la caseína, formación de la cuajada
- *Lactobacillus bulgaricus* y la *Streptococcus thermophilus*
- La calidad del yogurt ► la temperatura de la incubación, la cantidad de bacterias lácticas inoculadas, la temperatura y tiempo de incubación



Transformación de la leche en yogurt



- Cultivos lácteos ≠ Probióticos
- Requisitos:
 - . Estar vivo, no ser patógeno, medio natural es el tracto digestivo humano
 - . Ser capaz de sobrevivir en el tracto gastrointestinal
 - . Capacidad de adherirse a la mucosa intestinal
 - . Capacidad de colonizar el intestino
 - . Capacidad de sobrevivir a lo largo de la vida útil del producto
 - . Mayor o igual a 1×10^6 UFC/g de bacterias viables en el producto terminado

Obtención de leche A2



Sin lactosa

Semidescremada

8g

PROTEÍNA

8g



CASEÍNAS



Sin lactosa

Semidescremada



Composición nutricional de las caseínas de la leche de vaca

Caseínas

α s1 - CN (38%)

α s2 - CN (10%)

β - CN (36%)

β - CN A1

Proteína A1

β - CN A2

Proteína A2

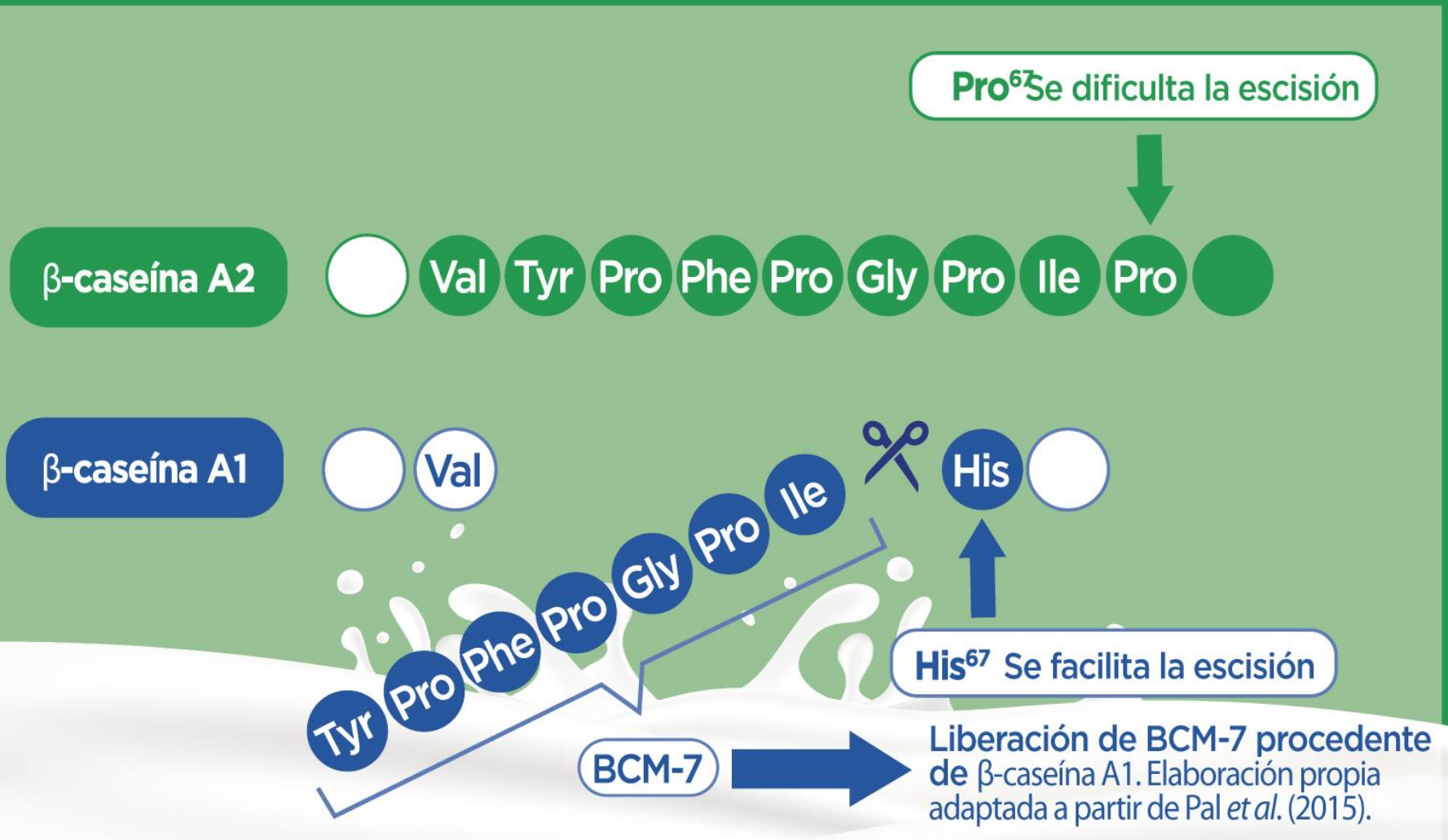
κ - CN (13%)

γ - CN (2%)

λ - CN (1%)



Diferencias en la digestión según el tipo de β caseína



El consumo de leche con β caseína A2 podría disminuir síntomas gastrointestinales en personas susceptibles a la β caseína A1



Sensibilidad a la proteína A1

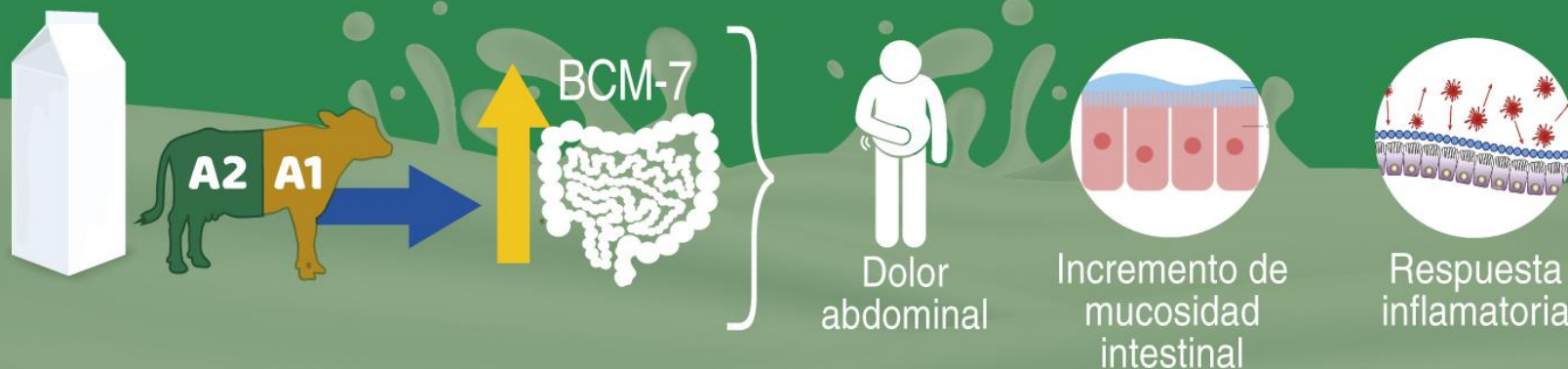


Intolerancia a la lactosa



Estreñimiento

¿Qué sucede a nivel gastrointestinal en personas susceptibles?



Control de calidad

- La leche y los lácteos son de los alimentos más investigados y evaluados
- Pruebas de calidad en la leche fluida forman parte de la reglamentación de casi todos los países
 - . Composición
 - . Características físico-químicas
 - . Recuento de bacterias
 - . Recuento de células somáticas
 - . Ausencia de residuos químicos, antibióticos, pesticidas, entre otros.

Análisis de la composición

Afecta el valor nutricional, las propiedades tecnológicas y la capacidad de procesamiento

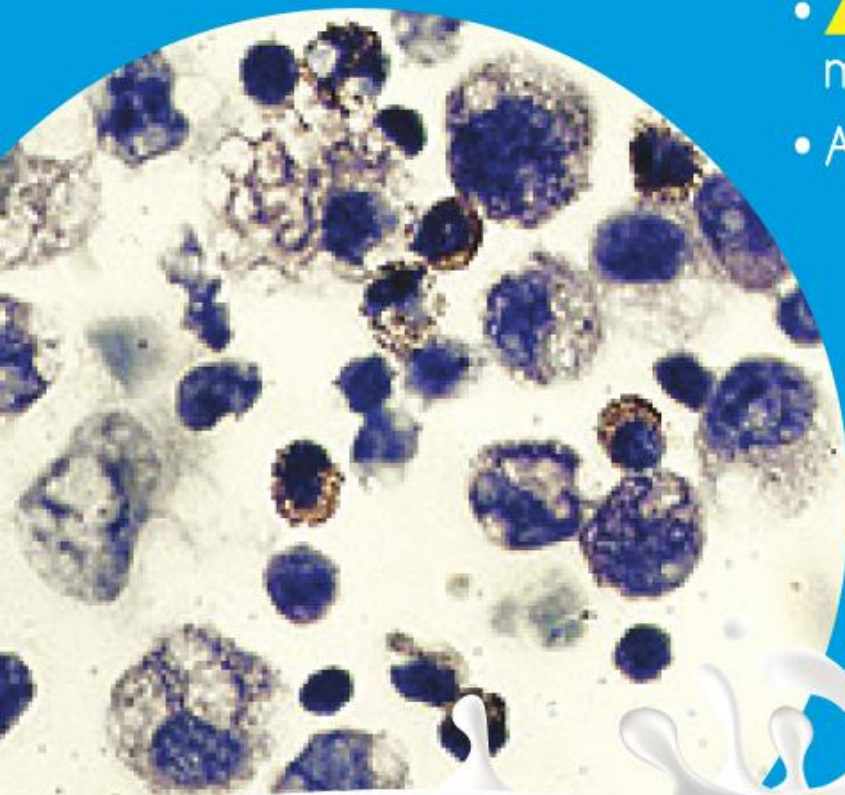
La grasa y la proteína son dos de los componentes más importantes en la fabricación de derivados lácteos

- . Proteínas: 3-4%
- . Grasa: 3,5-5,3%
- . Adulteración ► reducción de sólidos y lactosa, cambios en las propiedades físicas, índice crioscópico
- . Análisis de ácidos grasos libres: ▼ vida útil, ▼ rendimiento de quesos y productos fermentados
- . Cuerpos cetónicos



Recuento de células somáticas (RCS)

- Indicador de la salud de la ubre y universal de la calidad de la leche
- ▲ RCS: ▼ actividad de síntesis de las glándulas mamarias y aumento de la proteólisis y lipólisis
- Alteraciones en la composición de la leche:
 - . ▼ lactosa
 - . ▲ proteasa peptona y actividad de la plasmina
 - . ▼ caseína
 - . ▲ neutrófilos y proteínas sanguíneas (albúmina del suero e inmunoglobulinas)



Recuento de células somáticas (RCS)

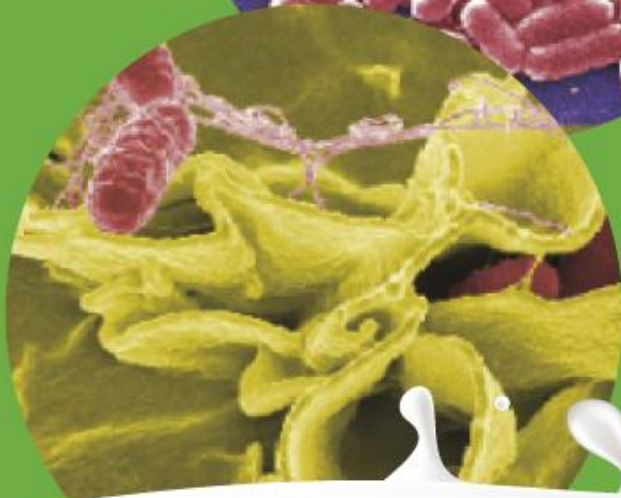
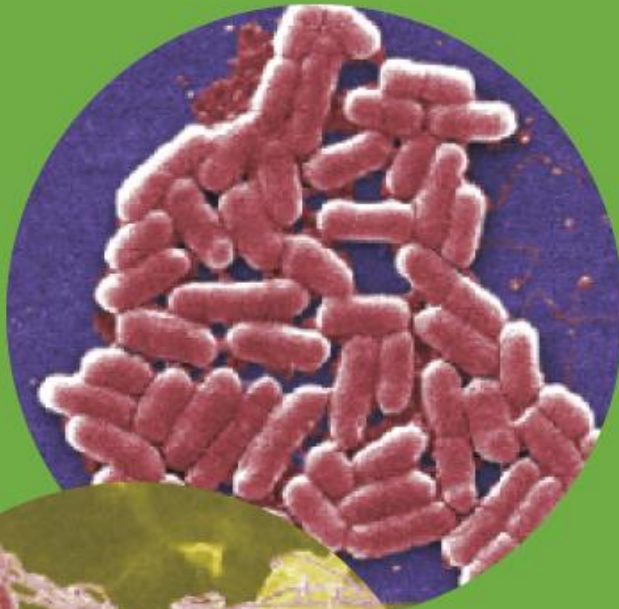
- Afectan la calidad y el rendimiento de la leche y derivados
- Efectos sobre la vida útil del producto
 - . Leche refrigerada, UHT y en polvo
- ▲ RCS se asocia a riesgos indirectos como antibióticos o patógenos
- RCS del rebaño: medidas correctivas, proporciona información sobre el estado de salud de la ubre de las vacas

Límite: 400000 células/ml

Deseado: 200000 células/ml



Análisis microbiológicos de la leche



- El recuento total de bacterias (RTB) en la leche cruda permite evaluar la higiene en la producción y almacenamiento
- Alto RTB es indeseable a pesar de los tratamientos térmicos
- Hasta 10000 UFC/ml buena calidad microbiológica
- Otras pruebas:
 - . Recuento total después de pasteurizar
 - . Recuento luego de 18 horas a 12,8°C (psicotróficas)
 - . Recuento de coliformes
 - . Recuento de patógenos

Crterios microbiol3gicos para la leche cruda

Parámetro	Límite	
	m	M
Coliformes totales	500 UFC/ml	500 UFC/ml
<i>Salmonella spp/25g</i>		Ausencia
<i>Listeria monocytogenes/25g</i>		Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	100 UFC/ml	500 UFC/ml
Coliformes fecales	10 UFC/ml	100 UFC/ml

Bibliografía

1. Chaffer, M. (2014). "Buenas prácticas de producción para la obtención de leche inocua y de buena calidad higiénico sanitarias". En: Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Paginas: 47-56.
2. Oladimeji, T.E., Iyi-Eweka, E., Oyinlola, R. & Odigure, J. (2016). Effects of Incubation Temperature on the Physical and Chemical Properties of Yoghurt. 3rd Covenant University International Conference on African Development Issues (CU-ICADI 2016). 100-102.
3. Novoa, C. (2014). "Proceso industrial de la leche". En: Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Paginas: 57-64.
4. Vasconcelos, M. (2014). "El laboratorio como control de calidad". En: Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Paginas: 65-71.



¡Mucha gracias
por su atención!

Dos  Pinos

