

Leche y productos lácteos

La leche

- La **denominación genérica de leche** comprende única y exclusivamente la **leche natural de vaca**.
- Las leches producidas por otras hembras se designan indicando el nombre de la especie correspondiente: leche de oveja, de cabra de burra, de búfala....
- Las razas vacunas consideradas como las mayores productoras de leche son la **frisona** o **holstein**. La producción está entre **6000 y 8000 l/año**

La leche

- Su **composición** en nutrientes es muy **equilibrada**, tanto en azúcares, grasa y proteínas, como en micronutrientes minerales y vitamínicos y en aminoácidos esenciales
- La leche es un alimento inestable y perecedero, que se altera rápidamente por **contaminación microbiana**.

La leche

Alimento complejo en el que hay **3 fases**:

- Fase acuosa: sales, azúcares, proteínas, vitaminas y aa. disueltos
- Fase sólida: caseína y fosfatos y otras sales insolubles de Ca, en estado coloidal.
- Fase lipídica emulsionada: grasas, esteroides (principalmente colesterol), vitaminas liposolubles (principalmente A y D)

La leche

- La leche es **blanca** porque las partículas coloidales dispersan la luz.
- **Amarillenta** debido a los carotenoides, vitamina A y lactoflavina (riboflavina/B2).
- **Densidad** varía alrededor de 1,035 según su contenido en grasa.
- pH alrededor de 6,6

La leche

- La composición de la leche varía según la estación, los pastos y las razas ganaderas.

CUADRO 9.1. Composición de la leche de varias especies (g/100 ml) (Valores medios aproximados).

	Azúcares	Grasa	Proteínas	Cenizas
Vaca	5	3,6	3,2	0,7
Oveja	4,8	5,5	6	0,9
Cabra	4,5	4,3	4	0,9

- La leche humana es más rica en azúcares y pobre en grasas y proteínas (**alto valor biológico**).

La leche

- La leche tiene un valor nutritivo elevado

		% respecto a la DR
Kcalorías	600	17
Proteínas	32 g	68
Riboflavina(B ₂)	1,7 mg	120
Cobalamina(B ₁₂)	0,005 mg	125
Niacina (PP)	1 mg	55
Vitamina A	0,3 mg	35
Vitamina C	20 mg	27
Calcio	1,2 mg	130
Fósforo	1 g	100

- Es notable la **baja** proporción del **aporte calórico** respecto al proteico, mineral y vitaminico.
- Las vitaminas B₁, B₆, ácido fólico, E, K, D y el Fe en la leche están en **cantidades insuficientes**.

La leche. Clasificación

Leches especiales:

- **Leche concentrada**: leche higienizada, entera, que ha sido **privada de parte de su agua** de constitución hasta reducirla como máximo a 1/4 ó 1/5 de su volumen primitivo.
- **Leche desnatada**: leche **privada** parcial o totalmente de su **contenido graso natural** con la modificación relativa de los demás componentes normales.
- **Leche enriquecida**: modificada mediante la adición de principios inmediatos.
- **Leche adicionada de aromas**.
- **Leche fermentada acidificada**: leche sometida a la acción microbiana o fermentos lácticos activos
 - Yogur con *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.
 - Kefir y Kumis: por fermentación láctica y alcohólica con levaduras *Torula* y *Streptococcus lactis* y *Lactobacillus caucasicus*
 - Yakult: bebida azucarada obtenida con leche desnatada con *Lactobacillus casei shirota*

La leche. Clasificación

Leches conservadas

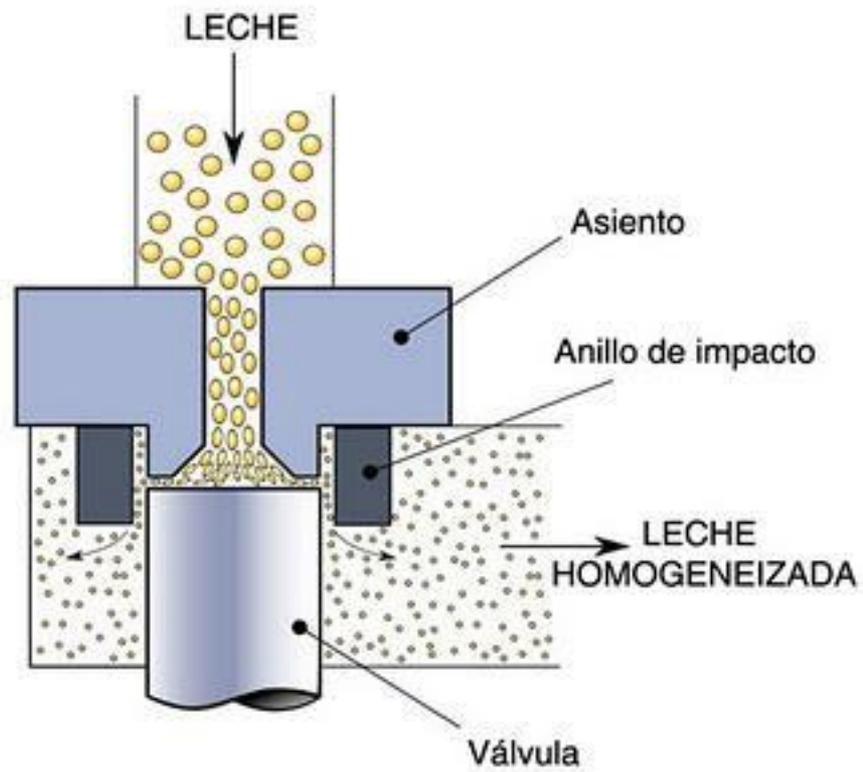
- **Leche esterilizada**: leche natural sometida a un proceso tecnológico tal que asegura la **eliminación de patógenos** y la inactividad de sus **formas de resistencia**.
- **Leche evaporada**: leche esterilizada **privada de parte de su agua** de constitución.
- **Leche condensada**: leche natural higienizada, **privada de parte de su agua** y cuya conservación se consigue mediante la **adición de sacarosa**.
- **Leche en polvo**: producto seco en forma de polvo, obtenida por **deshidratación** de leche natural, o total o parcialmente desnatada.

Sistemas de higienización de la leche

- **Leche pasteurizada**: se destruyen los microorganismos patógenos y se inactivan las lipasas. Conservación en frigorífico y periodo de conservación corto.

Tratamientos térmicos equivalentes de pasteurización		Finalidad
63 °C	30 minutos	— Reducir el número de microorganismos por mL — Aumentar la vida útil de la leche.
71.7 °C	15 segundos	

- **Leche esterilizada**: se somete la leche a T^{as} del orden de **115°C durante unos 15 minutos**. Para evitar que la grasa quede en la superficie se reduce mecánicamente el diámetro de los glóbulos de grasa: **homogeneización**.
- **Leche UHT (Ultra High Temperature)**: La leche alcanza T^{as} de **140°- 150°C** durante un tiempo entre **2 y 16 segundos**.
 - **Ventaja**: mantenimiento del valor nutricional y puede conservarse durante meses.



La leche. Valor nutritivo

- **Entera**. También denominada **leche completa**
- **Semidesnatada**. Tiene **menos grasa y vitaminas A,D y E** que la entera.
- **Desnatada**. **No tiene grasa ni vitaminas liposolubles** y es de bajo valor calórico
- **Modificadas lipídicamente**. Se sustituye la grasa original por aceites vegetales insaturadas. Con esta manipulación **se elimina la grasa saturada y el colesterol** para la prevención de las **hiperlipoproteinemias** y las **aterosclerosis**.
- **Enriquecida**. Partiendo de cualquier leche y añadiendo principios inmediatos, sales y vitaminas (Ca, vit. A y D)

Tabla 4-2. Valor nutritivo de diferentes clases de leche

Leche Por 100 g	Entera	Semidesnatada	Desnatada	Modificada lipídicamente	Enriquecida Ca y vit. A + D
Energía (kcal)	78.00	58.80	43.20	69.60	49.95
Proteínas (g)	3.95	4.20	4.30	3.60	4.80
Hidratos de C. (g)	6.00	6.00	6.00	5.30	6.85
Lípidos (g)	4.45 ^a	2.05	0.10	3.85 ^b	0.35
Colesterol (mg)	16.80	10.80	0.10	0.00	0.00
Vitamina A (μ g)	57.60	21.60	0.36	21.60	58.80
Vitamina B ₁ (mg)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Vitamina B ₂ (mg)	0.21	0.18	0.18	0.18	0.18
Vitamina B ₆ (mg)	0.02	0.08	0.08	0.08	0.08
Vitamina B ₁₂ (μ g)	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Vitamina C (mg)	2.40	1.20	1.20	4.30	1.20
Vitamina D (μ g)	0.03	0.03	Trazas	1.20	0.37
Vitamina E (mg)	0.08	0.09	0.00	0.00	0.00
Niacina (mg)	0.96	0.24	0.24	0.24	0.24
Ác. Fólico (μ g)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Calcio (mg)	145.20	150.00	145.20	145.20	196.00
Fósforo (mg)	103.20	120.00	120.00	120.00	157.00
Magnesio (mg)	14.40	15.60	16.80	16.80	16.80

(a) AGS 63 %; AGM 32 %; AGP 5% (b) AGS 15 %. AGM 70 %. AGP 15%

AGS = ácidos grasos saturados; AGM = ácidos grasos monoinsaturados; AGP = ácidos grasos poliinsaturados.

Fuente: Mataix (1995).

Azúcares de la leche

- El **azúcar** principal es **la lactosa**. La leche de vaca 40-50 g/l tiene menor contenido que el de la mujer a 75 g/l.
- El **poder edulcorante** de la lactosa es $\frac{1}{4}$ del de la sacarosa, $\frac{1}{5}$ de la fructosa y $\frac{1}{2}$ del de la glucosa
- **Otros azúcares:** glucosa, galactosa, azúcares fosforilados, aminoazúcares, ... en pequeñas cantidades.

Azúcares de la leche

- La lactosa es **poco soluble** y para obtener **jarabe** de lactosa **se hidroliza** la lactosa obteniendo una mezcla de glucosa y galactosa.
- Algunos grupos humanos (poblaciones negras) **no pueden digerir la lactosa** por carecer de **lactasas** y cuando consumen leche tienen trastornos(diarreas).
- La **lactosa y los grupos aminos** de los aa. y proteínas son la causa del oscurecimiento de la leche sometida a altas T^{as}.

Lípidos en la leche

La **fracción lípida** está constituida por:

- Triglicéridos, diglicéridos, monoglicéridos, ácidos grasos constituyendo un **98% de los lípidos**.
- El resto son: fosfolípidos, y residuo insaponificable (esteroles, vitaminas liposolubles y carotenoides)

Triglicéridos	98
Di- y mono-glicéridos	0,5*
Ácidos grasos libres	0,3*
Fosfolípidos y esfingolípidos	0,7
Insaponificable	0,3

* Dependientes de la alteración enzimática

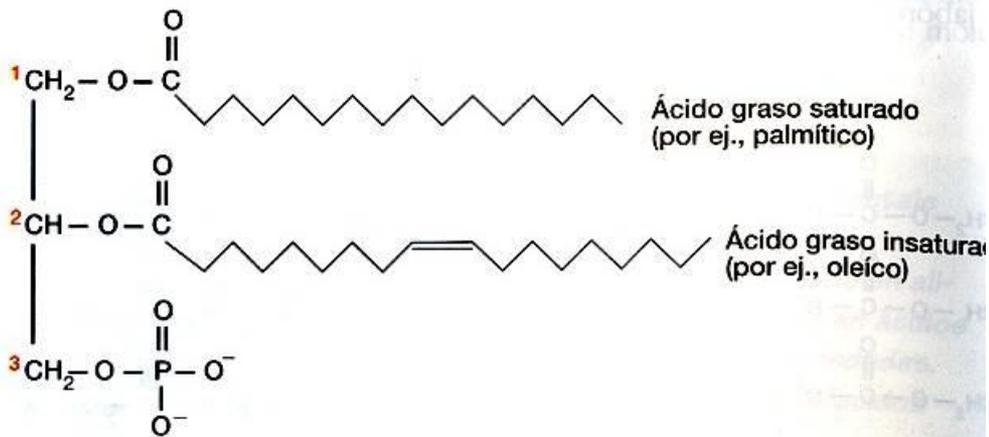
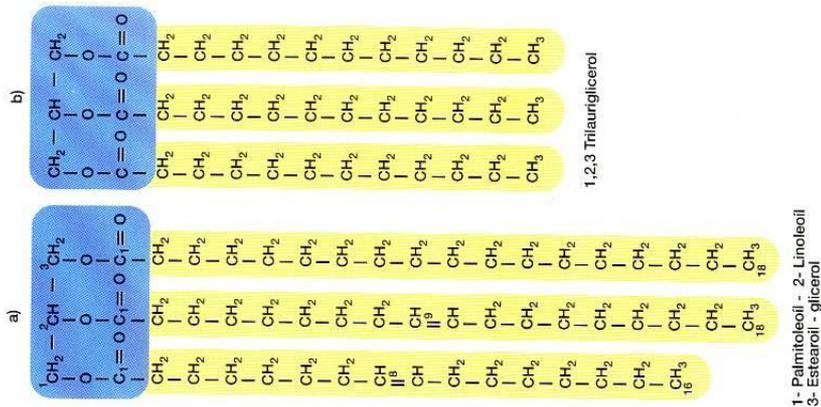
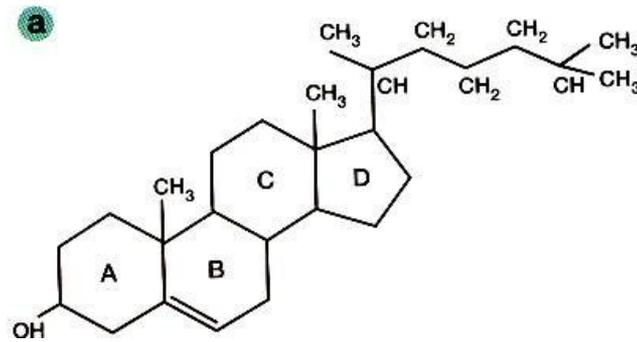
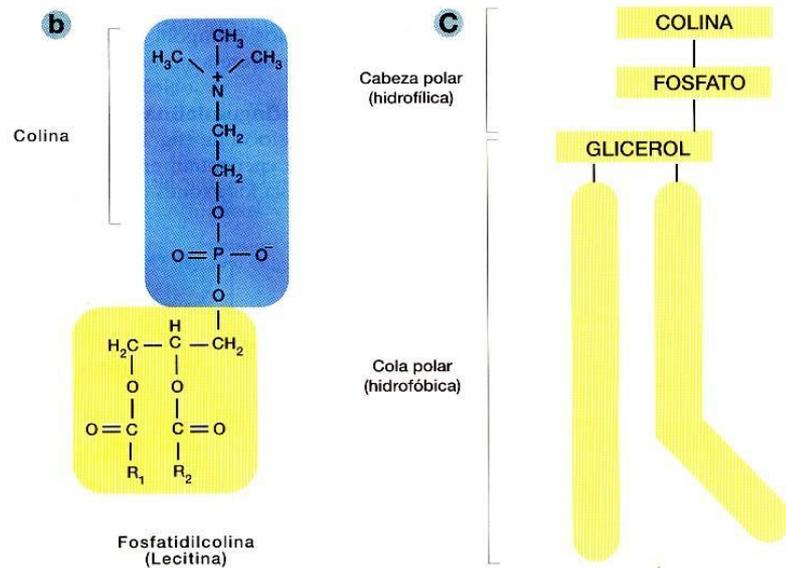
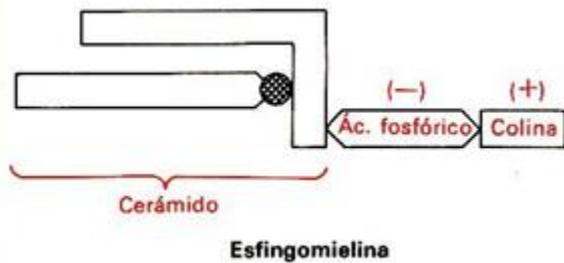
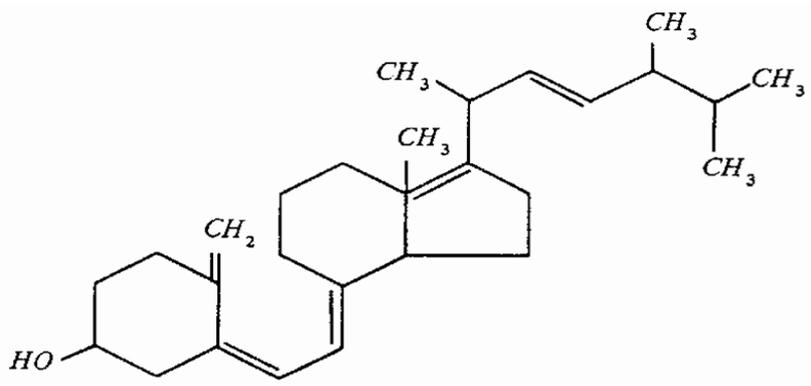
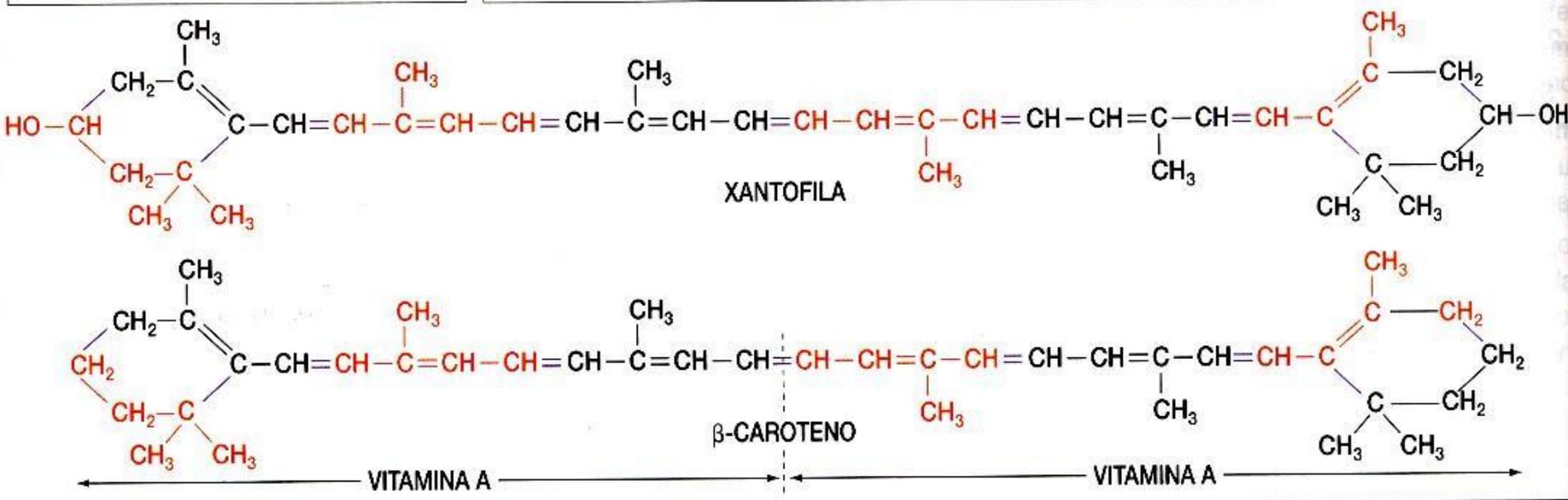
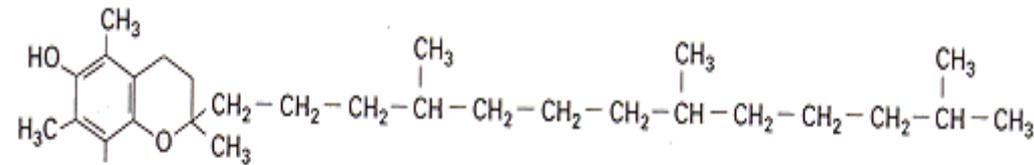


Figura 8 - Estructura del ácido fosfatídico.



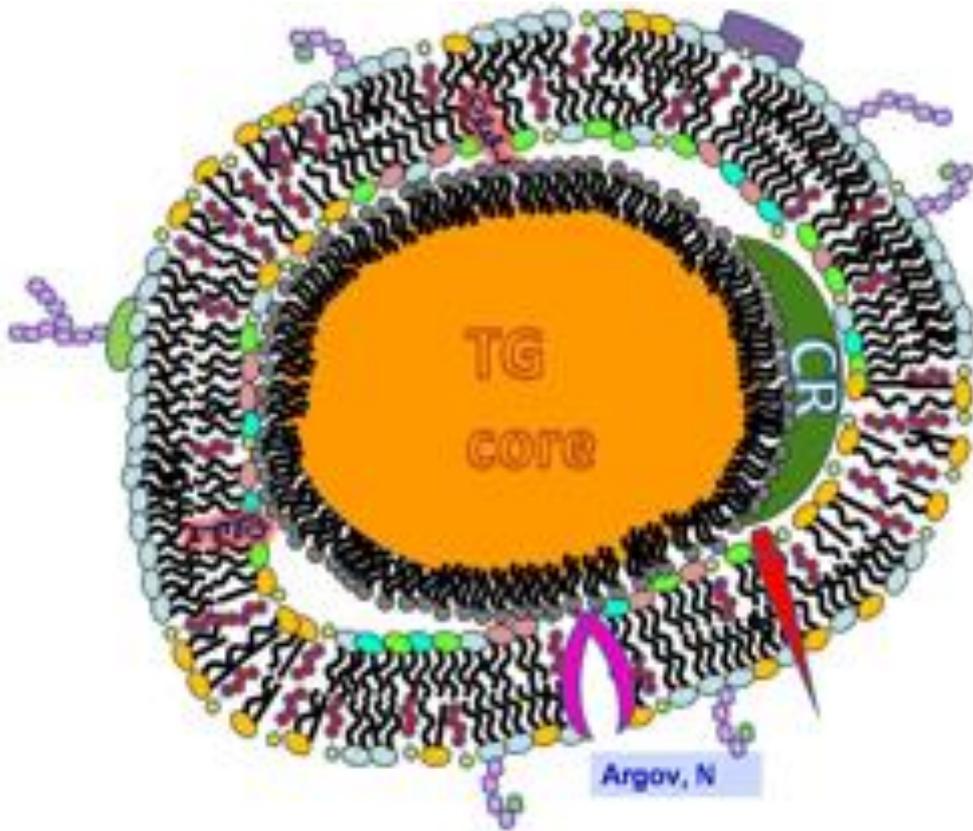


Vitamina D
(calciferol)



Vitamina E (α - tocoferol)

Lípidos en la leche



La grasa está emulsionada en forma de microgránulos, de entre 3-10 μ m. Los góbulos están rodeados por una doble membrana de fosfolípidos y proteínas.

Los fosfolípidos: **fosfatidil-colina, fosfatidil etanolamina y esfingomiolina**

Durante la operación de batido se provocan daños en la membrana de fosfolípidos que rodea el glóbulo, permitiendo la salida al exterior de los triglicéridos contenidos en el centro.

En el insaponificable el colesterol, lanosterol, β -sitosterol, escualeno

Lípidos en la leche

- De la grasa de la leche **2/3** de los AG son **saturados** y 1/3 son insaturados.
- **Palmítico y oléico** los más abundantes. Aporta **linoleico y linolénico**.
- Las proporciones de ácidos grasos **varía mucho con la alimentación** del ganado(cápsulas de insaturados)

CUADRO 9.4. Ácidos grasos más abundantes en la grasa de leche (% respecto al total de AG) (Valores medios aproximados).

Palmitico	(16-0)	26
Oleico	(18-1)	25
Estearico	(18-0)	11
Mirístico	(14-0)	10
Butírico	(4-0)	3,5
Láurico	(12-0)	3
Cáprico	(10-0)	2,6
Caproico	(6-0)	2,3
Linoleico	(18-2)	2,3
Palmitoleico	(16-1)	2,3
Caprílico	(8-0)	1,7
Pentadecanoico	(15-0)	1,2
Miristoleico	(14-1)	1,1
Margárico	(17-0)	0,9
Linolénico	(18-3)	0,8
Heptadecenoico	(17-1)	0,5

	Oveja	Cabra
Ácido caprílico (8-0)	4,5	2,3
Ácido cáprico (10-0)	8,5	6

Ramificados	
Iso-pentadecanoicos (12 metil-mirístico) (13 metil-mirístico)	0,7
Iso-heptadecanoicos (14-metilpalmitico) (15-metilpalmitico)	0,8
Iso-palmitico (14 metilpentadecanoico)	0,3

Proteínas de la leche

- Son de **gran valor biológico** y fundamentales en la nutrición humana. Bien equilibradas para la nutrición del lactante.
- Son de 2 tipos:
 - **La caseína** en suspensión coloidal. 80%
 - **Lactoalbúmina** y **lactoglobulina** en el suero. 20%

Proteínas de la leche

El **valor biológico** es la fracción de nitrógeno absorbido y retenido por el organismo y representa la **capacidad máxima de utilización de una proteína**

El **valor biológico** es la **medida de la absorción y síntesis** en el cuerpo de la proteína procedente de la ingesta del alimento

CUADRO 9.6. Aminoácidos de las proteínas lácteas totales (g/100 g de proteínas) (valores medios aproximados).

Ácido alutámico	24
Prolina	11,5
Leucina	10
Lisina	8
Ácido aspártico	7,5
Valina	7
Isoleucina	6,5
Serina	6
Tirosina	5
Fenilalanina	5
Treonina	4,5
Arginina	3,5
Alanina	3,5
Histidina	2,5
Metionina	2,5
Glicina	2
Cisteína	2
Triptófano	1,5

El valor biológico es de 85-90%

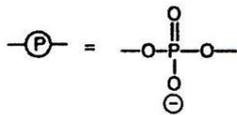
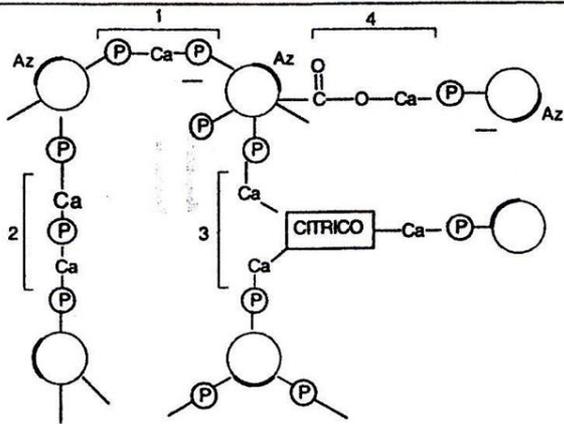
Proteínas de la leche. La caseína

- La caseína es un complejo de **fosfoproteínas y glicoproteínas** en forma de suspensión coloidal. Se sintetiza en la glándula mamaria
- Forma **micelas estabilizadas**, que no se coagulan con la T^a, pero si al bajar el **pH a 4,65**.
- La caseína está formada por **4 tipos de proteínas**

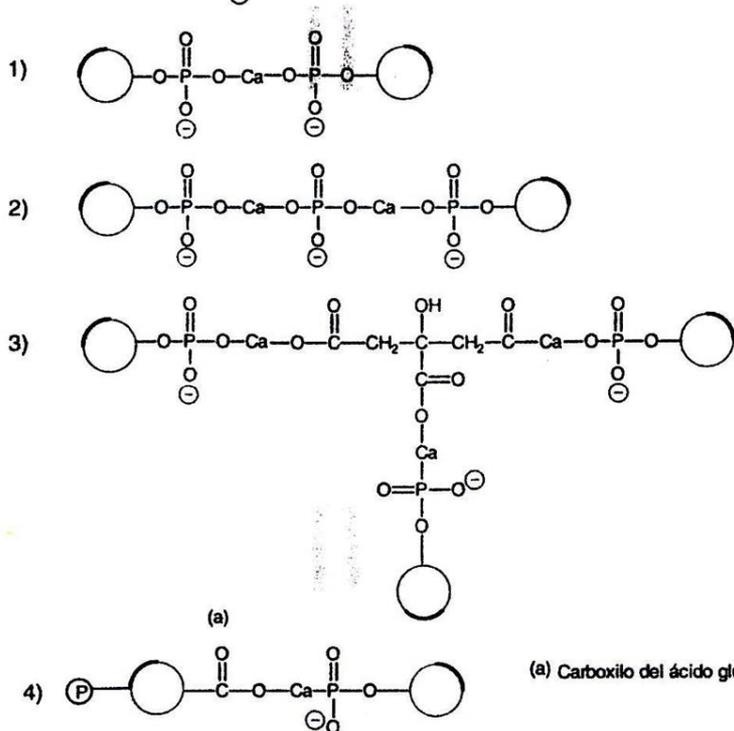
Proteínas de la leche. La caseína

CUADRO 9.7. Fracciones proteicas de la caseína.

Especie	%	P.M.	% P
$\alpha_s \left\{ \begin{array}{l} \alpha_{s1} \\ \alpha_{s2} \end{array} \right.$	50	23.500 25.000	1,2 1,5
β	30	24.000	0,6
κ	15	19.000	0,2
γ	5	15.000	0,2



) = Zonas hidrófilas no enlazantes de las k-casina (glucoproteínas).



La coagulación de la caseína da lugar a la leche cuajada.

La coagulación se puede producir:

- Cuando baja el pH
- Por acción de las proteasas, **la renina**, que cuaja la leche en el estómago.

FIGURA 9.5. Tipos de enlace entre submicelas.

Proteínas de la leche. Séricas

- La **lactoglobulina** y la **lactoalbúmina**
Más equilibrados en aa esenciales que la caseína
Mayor valor biológico que la caseína.
- Las **inmunoglobulinas**
Proceden en parte de la **sangre** de la madre
Otras, se sintetizan en la **glándula mamaria**.
Constituyen **reserva inmunológica** para el recién nacido que justifica la importancia de la lactancia natural.
- La **lactoferrina**,
Fija y transporta Fe y favorece su absorción
Bacteriostática

Sales en la leche

- Importantísimo aporte de P y Ca
- La sal más importante es el **fosfato cálcico**, seguido del **cloruro potásico**.

Vitaminas en la leche

- Las vit. **liposolubles**, se concentran en la **nata**.
- Las vit. **hidrosolubles** en el **suero**.
- Proceden de la **alimentación de la vaca** y de las **bacterias** del rumen.
- En **verano** la riqueza vitamínica es mayor.

- Las más importantes en cuanto a la aportación de la dieta: **B₂** (riboflavina), **B₁₂**(cobalamina) **y la A**.
- Aportación intermedia: **C**, **B₁** (tiamina) **y B₆**(piridoxina)
- Pobre en vitaminas **D**, **K**, **niacina (B₃)** **y tocoferoles (E)**.

	En 1l mg/l	Proporción respecto a las necesidades diarias
Vitamina A-Carotenoides activos (provitamina A)	600 µg	40%
Vitamina D	1,5 µg	2,5%
Tocoferoles	1	6,5%
Vitamina K	50 µg	5%
Vitamina C	15	25%
Vitamina B ₁	300 µg	20%
Vitamina B ₂	1,7	>100%
Nicotinamida	1	5%
Vitamina B ₆	500 µg	25%
Ácido fólico	60 µg	10%
Ácido pantoténico	3	50%
Vitamina B ₁₂	4,5 µg	>100%

ESQUEMA 9.1. Componentes principales de la leche y su valor tecnológico.

Lactosa		<p>Poder edulcorante y aporte calórico. No digerida por algunos grupos humanos. Con los aminoácidos produce pardeamiento de Maillard.</p> <p>Productos industriales: lactosa cristalizada; jarabe edulcorante de lactosa hidrolizada.</p>
Grasas		<p>Aporte calórico importante.</p> <p>Emulsionadas en microglóbulos estabilizados por membranas fosfolípido-proteicas.</p> <p>Contienen más de 400 AG diferentes. Hay ácidos de cadena corta responsables del olor típico de la mantequilla alterada. 2/3 de los AG son saturados y la tasa de colesterol es alta. Las leches descremadas son bajas en calorías, grasas saturadas y colesterol.</p> <p>Derivados: nata y mantequilla.</p> <p>Alteraciones: por oxidación e hidrólisis enzimática.</p>
Proteínas	Caseína	<p>Gran proporción de grupos fosfato con calcio. Micelas (suspensión coloidal) de estructura compleja, estabilizadas por glicoproteínas superficiales.</p> <p>Rica en lisina y de alto valor biológico.</p> <p>Coagula por proteasas y por el calor en medio ácido.</p> <p>Derivados: yogur, quesos, caseína para la industria de alimentos (emulgente, espumante, gelificante).</p>
	Del suero: lactoglobulinas, lactalbúminas, etc.	<p>Muy alto valor biológico. Presencia de inmunoglobulinas y numerosas enzimas que se inactivan en los procesos térmicos. La inactivación de la fosfatasa alcalina, termorresistente, es índice de buena esterilización.</p> <p>Precipitan con pH bajo y calor.</p> <p>Derivados: proteínas para la industria de alimentos (emulgentes, espumantes, mejorantes de textura).</p>
Aminoácidos		<p>Contribuyen al sabor de quesos y otros derivados.</p> <p>Con la lactosa producen el pardeamiento de Maillard.</p>
Vitaminas más significativas	A, C B ₂ , B ₁₂ , B ₆ Ácido pantoténico	<p>Es importante el aporte de vitamina A, que se concentra en la nata y en la mantequilla. Las leches descremadas contienen poca vitamina A.</p> <p>Una parte importante de las vitaminas del grupo B y la C, se pierden en los procesos térmicos.</p>

CUADRO 9.11. Productos lácteos.

<p>Leche</p>	<p>Pasterizada Esterilizada (UHT) Entera Semidesnatada Desnatada Homogeneizada Concentrada Condensada En polvo</p>
<p>Derivados por fermentación</p>	<p>Quesos Yogur</p>
<p>Derivados grasos</p>	<p>Nata Mantequilla</p>
<p>Derivados para usos industriales</p>	<p>Caseína Lactosa</p>

Leche pasteurizada, esterilizada

Pasteurización:

- Inactivación de enzimas
- Eliminación de agentes patógenos
 - 71-72°C durante 15´
 - 84-87°C durante 2s.

Esterilización por UHT o uperización:

- Elimina las formas vegetativas bacterianas y sus formas de resistencia
 - 145-150°C durante 4-6s
- La alteración de los caracteres organolépticos es menor que con la esterilización.
- Menores pérdidas de factores nutritivos que con tiempos más largos.

Efectos del calor en la leche

- **Inactivación** de enzimas: lipasas y peroxidasas.
 - Las fosfatasas son las más termorresistentes. índice de buena pasteurización.
- **Pérdidas** de vitaminas. El tratamiento UHT destruye:
 - 10-12% de B1, B6 y B12 y ácido fólico (B9)
 - Hasta el 35% de la vitamina C.
 - Poco la B2 y la PP
- El calor produce **pardeamiento** por reacción de Maillard (aa. y lactosa)
- Las proteínas de la leche se **desnaturalizan** por el calor. Las inmunoglobulinas se inactivan.
- El sabor de la leche se ve afectado por la **formación de SH₂** y derivados

Leche homogeneizada

Homogeneización: la leche pasteurizada se pasa por orificios muy pequeños y a presión por lo que se rompen los glóbulos grasos de 5-10 μ a menos de 2 μ .

- **Objetivo:** aumenta la superficie de interfase grasa-suero
 - Ventajas:
 - Mayor digestibilidad
 - Inconveniente:
 - facilidad para la acción de lipasas y de oxidación por el oxígeno disuelto.

Leche concentrada o evaporada

- Para añadir al café o preparación de postres.
- Leche al que se le ha eliminado **el 60-66% de agua** por **evaporación al vacío**.
- Pasteurización-Homogeneización-Evaporación al vacío- Envasado- Esterilización en autoclave

Leche condensada

- Leche con **bajo contenido en agua** al que se le ha añadido **sacarosa** (40-50% del producto final).
- Calentamiento a 125^aC- Adición de sacarosa- Evaporación al vacío- Enfriamiento rápido- Envasado higiénico.
- Reacciones de pardeamiento (melanoidinas).

Leche en polvo

- Leche deshidratada que tiene como máximo un 5% de agua.
- Evaporación hasta concentrar los sólidos en un 50%- Deshidratación de la leche concentrada por aire caliente – Granulación.
 - Granulación:
 - Gránulos más pequeños y porosos
 - Hidratación de la lactosa que facilita la penetración del agua y la dispersión
- El contacto de la leche en polvo con el aire facilita las reacciones oxidativas: **enranciamiento**
- Se envasa al vacío o en atmósfera inerte.

Yogur

- Derivado **lácteo gelificado y ácido** (fermentación láctica)
- Pasteurización- Inoculación- Incubación-Envasado.
- **No hay esterilización**
 - Lactobacillus delbrueckii, Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bifidus...
- El **pH ácido**:
 - Elimina la flora patógena
 - Coagula parcialmente la caseína (gel)
- Formación de **compuestos aromáticos** (etanal, acetoína, ac. Propionico, acético...