

GENERALIDADES

- PM de 10 a varios miles de KDa
- Polímeros de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos
- Tipo y número de aminoácidos es limitado y común
- Cadena polipeptídica no ramificada
- Estructura guarda relación con función (depende de secuencia aminoacídica)
- Poseen estructuras definidas y predecibles (secuencia, PM)
- Secuencia de aminoácidos determinada por bases del ADN

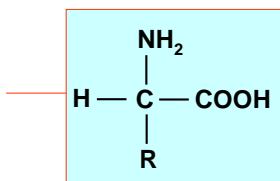
ALIMENTO	PROTEÍNA TOTAL (%)
Queso Parmesano	39,4
Atún en lata	27,5
Queso Cheddar	25,5
Maníes	25,5
Lentejas secas	24,3
Almendras	21,1
Carne de cordero	20,8
Carne de pollo	20,5
Carne vacuna	20,3
Queso Brie	19,3
Filet de bacalao	17,4
Hamburguesas de carne vacuna	15,2
Huevo entero	12,5
Chorizos de carne porcina	10,6
Pan integral	9,2
Pan blanco	8,4
Chocolate con leche	8,4
Tofu	8,1
Copos de maíz	7,9
Arvejas congeladas	6
Yogurth	5,7

Papas fritas	5,6
Porotos en lata	5,2
Chocolate	4,7
Fideos	3,6
Helado	3,6
Leche entera	3,2
Leche de soja	2,9
Brotos de soja	2,9
Maíz dulce en lata	2,9
Arroz	2,6
Pasas de uva	2,1
Champignon	1,8
Papa nueva	1,7
Repollo	1,7
Leche humana	1,3
Banana	1,2
Mermelada	0,6
Manzana	0,4
Cerveza	0,3

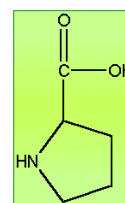
Contenidos medios de proteína de algunos alimentos

AMINOÁCIDOS

Estructura General



Exc. PROLINA



- En todos los aa proteicos C α es asimétrico (exc. glicina)
- Son ópticamente activos
- Dos enantiómeros posibles (D y L)
- Los aa proteicos son L (pocas excepciones)

CLASIFICACIÓN



AMINOÁCIDOS PROTEICOS

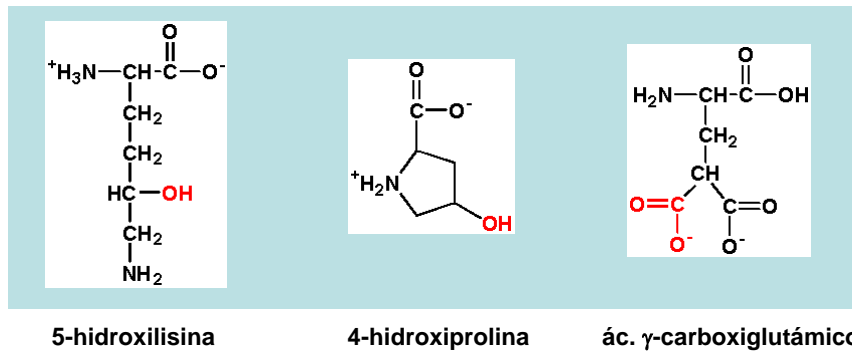
- **Aminoácidos codificables o universales**
permanecen como tal en proteínas
- **Aminoácidos modificados o particulares**
diversas modificaciones químicas postraduccionales

Aminoácidos codificables	Alanina (Ala, A)
	Cisteína (Cys, C)
	Aspártico (Asp, D)
	Glutámico (Glu, E)
	Fenilalanina (Phe, F)
	Glicina (Gly, G)
	<i>Esencial en neonatos</i> → Histidina (His, H)
	Isoleucina (Ile, I)
	Lisina (Lys, K)
	Leucina (Leu, L)
	Metionina (Met, M)
	Asparagina (Asn, N)
	<i>La mitad es esencial</i>
Prolina (Pro, P)	
Glutamina (Gln, Q)	
Arginina (Arg, R)	
Serina (Ser, S)	
Treonina (Thr, T)	
Valina (Val, V)	
Triptófano (Trp, W)	
Tirosina (Tyr, Y)	

Aminoácidos modificados

HIDROXILACIÓN: 4-hidroxi prolina, 5-hidroxisilina (colágeno) se incorporan como Pro o como Lys

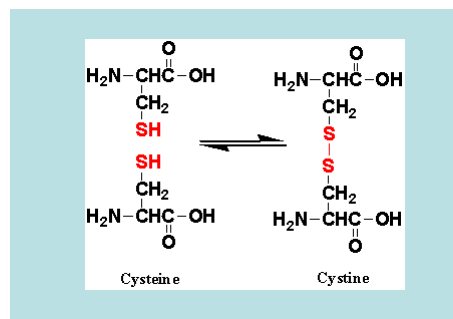
CARBOXILACIÓN: El Glu, por carboxilación se convierte en ácido γ -carboxiglutámico.



Aminoácidos modificados

ADICIÓN DE IODO: Y por iodación y condensación originan aa como la **moniodotirosina**, **diiodotirosina**, la **triiodotirosina** y **liotirosina** (tiroglobulina)

CONDENSACIÓN: La **cistina** es el resultado de la unión de dos C por medio de un **punte disulfuro** (-S-S-)



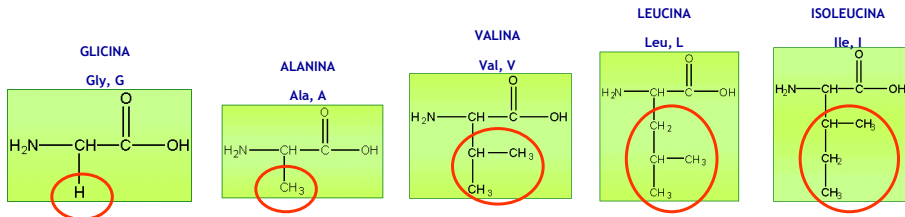
AMINOÁCIDOS PROTEICOS

- Naturaleza y propiedades de cadena lateral R
- Polaridad de cadena lateral R

POR NATURALEZA DE CADENA LATERAL

NEUTROS O ALIFÁTICOS

- R=hidrocarburo alifático
- Muy poco reactivos
- Fuertemente hidrofóbicos (exc. Gly)
- Tienden a ocupar centro de proteínas globulares (menor interacción c/ disolvente)

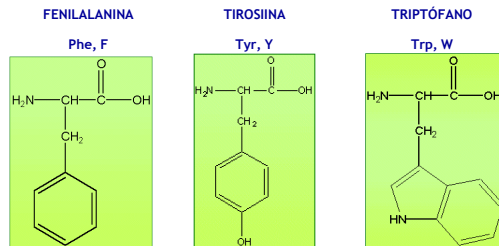


AMINOÁCIDOS PROTEICOS

POR NATURALEZA DE CADENA LATERAL

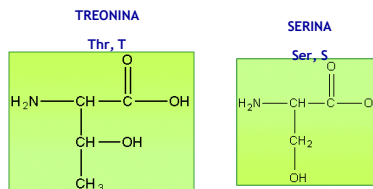
AROMÁTICOS

- R= grupo aromático
- Son precursores de otras biomoléculas (hormonas tiroideas, pigmentos, etc.)



HIDROXIÁMINOACIDOS

- R = grupo alcoholico

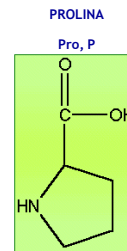
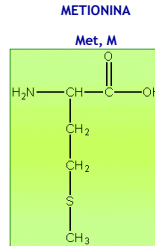
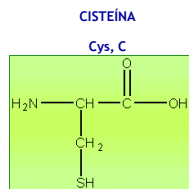


AMINOÁCIDOS PROTEICOS

POR NATURALEZA DE CADENA LATERAL

TIOAMINOÁCIDOS

- Contienen azufre
- Cys tiene implicancias estructurales importantes (plegamiento)



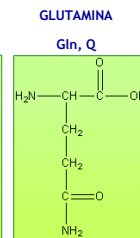
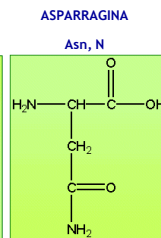
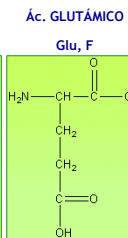
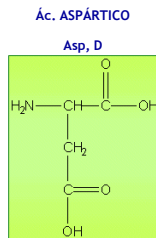
IMINOÁCIDOS

- Poseen grupo α -amino sustituido por la propia cadena lateral (anillo pirrolidínico)

AMINOÁCIDOS PROTEICOS

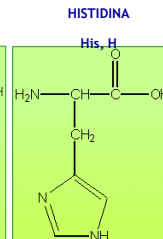
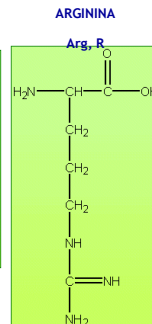
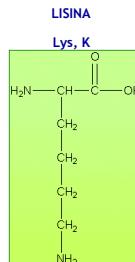
POR NATURALEZA DE CADENA LATERAL

DICARBOXÍLICOS Y SUS AMIDAS



DIBÁSICOS

- R contiene grupos básicos (amino, guanidino o imidazol)



AMINOÁCIDOS PROTEICOS

POR POLARIDAD DE CADENA LATERAL

APOLARES: A, V, L, I, F, W, M, P

POLARES SIN CARGA: G, Y, S, T, C, N, Q

CATIÓNICOS: K, R, H

ANIÓNICOS: D, E

AMINOÁCIDOS NO PROTEICOS

D-AMINOÁCIDOS

D-Ala y el **D-Glu** (peptidoglicano de pared celular de bacterias)
Gramicidina S: péptido con acción antibiótica con **D-Phe**

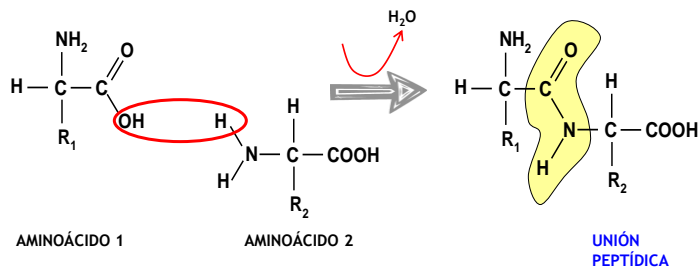
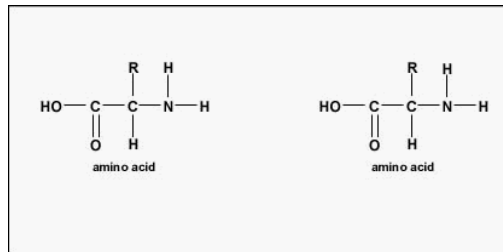
α -AMINOÁCIDOS NO PROTEICOS

L-ornitina y **L-citrulina** (metabolismo de eliminación de N)
creatina (un derivado de la G) reserva de energía metabólica
homoserina y la **homocisteína**.

ω -AMINOÁCIDOS

Grupo amino sustituye al último C
 β -alanina y **ácido γ -aminobutírico**

ENLACE PEPTÍDICO

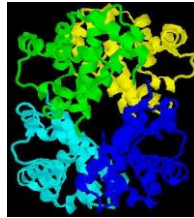


Menos de 10 aa: **OLIGOPÉPTIDO**

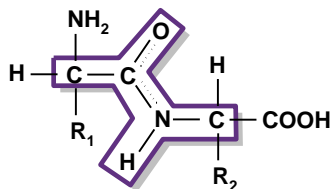
Entre 10 y 100 aa: **POLIPÉPTIDO**

Más de 100 aa: **PROTEÍNA**

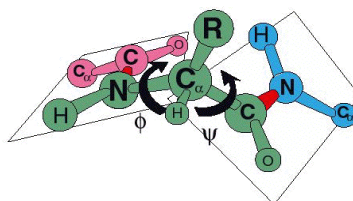
Hemoglobina: formada por 4 subunidades

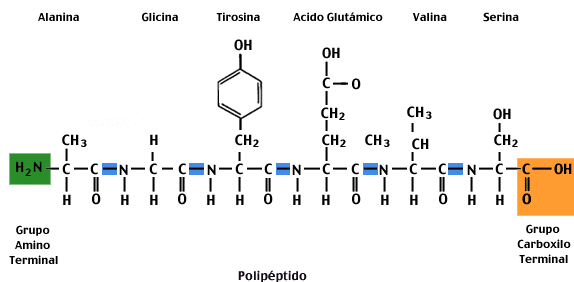


Enlace C-N tiene rotación restringida



- Posibilidades conformacionales limitadas
- C alfa establece dos ángulos





Alanilgliciltirosilglutamilvalilserina (hexapéptido)

Estructura primaria: secuencia de aa de cadena proteica

Estructura secundaria: plegamiento de cadena polipeptídica (puentes de hidrógeno y S-S)

Ejs. hélice α y de hoja β

Estructura terciaria: disposición tridimensional de todos los átomos que componen la proteína

Fibrosas y globulares

Enlaces covalentes:

- 1) S-S entre dos cadenas laterales de Cys
- 2) enlace amida (-CO-NH-) entre las cadena lateral de Lys y un aa dicarboxílico (Glu o Asp)

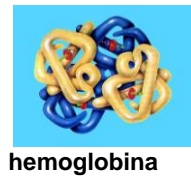
Enlaces no covalentes:

- 1) fuerzas electrostáticas
- 2) puentes de hidrógeno
- 3) interacciones hidrofóbicas
- 4) interacciones dipolo-dipolo

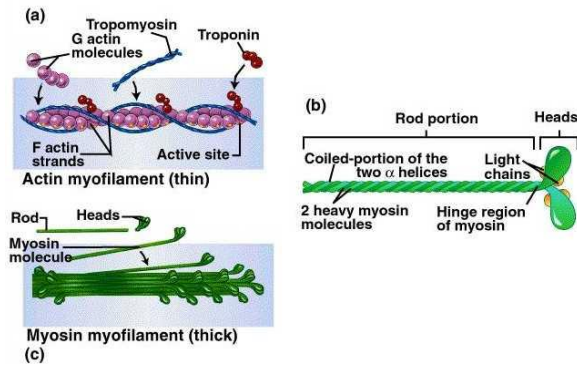
Proteínas globulares:

- cadenas laterales con carácter apolar se orientan hacia el interior de la molécula
- cadenas laterales de aminoácidos polares se localizan en la superficie de la molécula

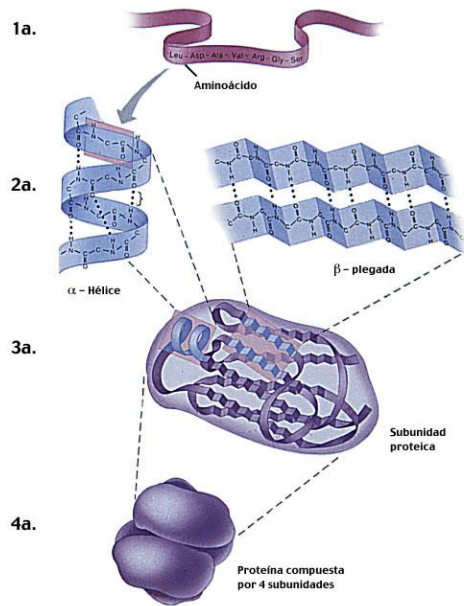
Estructura cuaternaria cuando hay más de una cadena polipeptídica (oligómero)



Structure of Actin and Myosin

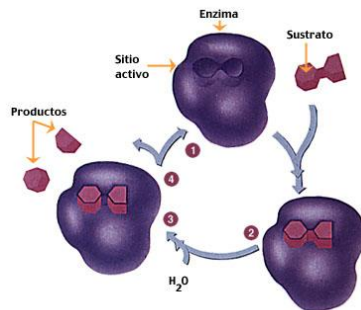


Niveles estructurales de una proteína



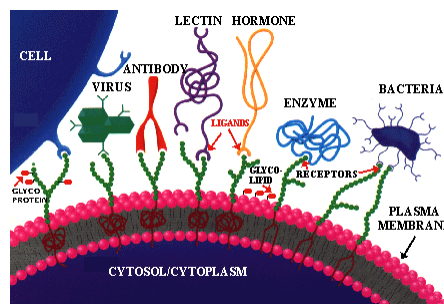
FUNCIONES DE LAS PROTEÍNAS

ENZIMÁTICA: gran mayoría de las proteínas son enzimas



HORMONAL: acción sobre otras células dotadas de un receptor adecuado (insulina, calcitonina)

RECONOCIMIENTO DE SEÑALES: sobre superficie celular (receptores hormonales, de neurotransmisores, de anticuerpos, de virus, de bacterias, etc.)



TRANSPORTE:

- Molécula hidrofóbica a través de un medio acuoso (oxígeno o lípidos a través de la sangre)
- Moléculas polares a través de barreras hidrofóbicas (a través de la membrana plasmática)



- aa esenciales deben ser adquiridos de los alimentos
- Proteína de la dieta debería proveer los aa en proporción a los requerimientos del cuerpo
- Excesos de un aa particular son utilizados para proveer energía o convertidos en grasa de almacenamiento
- N es excretado por orina como urea o utilizado en la síntesis de aa no esenciales
- Ausencia de al menos un aa particular, resulta en la cesación de la biosíntesis de todas las proteínas
- Toda proteína tiene al menos un residuo de cada aa (excepto de hidroxiprolina e hidroxilisina)

CALIDAD PROTEICA

Determinada por su composición aminoacídica y biodisponibilidad.



<i>g/100 g proteína total</i>	Arvejas frescas	Harina de trigo	Pechuga de pollo	Bife de ternera	Huevo entero	L leche de vaca	L leche humana	Filet de bacalao
Isoleucine	4.7	3.9	4.8	4.9	5.6	4.9	5.3	5.2
Leucine	7.5	7.0	7.8	7.6	8.3	9.1	9.9	8.3
Lysine	8.0	1.9	9.3	8.7	6.3	7.4	7.1	9.6
Methionine	1.0	1.6	2.5	2.6	3.2	2.6	1.5	2.8
Cysteine	1.2	2.6	1.3	1.2	1.8	0.8	2.0	1.1
Phenylalanine	5.0	4.8	4.7	4.3	5.1	4.9	3.8	4.0
Tyrosine	3.0	2.6	3.6	3.7	4.0	4.1	3.0	3.4
Threonine	4.3	2.7	4.3	4.5	5.1	4.4	4.5	4.7
Tryptophan	1.0	1.1	1.1	1.2	1.8	1.3	2.3	1.1
Valine	5.0	4.4	5.0	5.1	7.6	6.6	6.8	5.6
Arginine	10.0	3.6	6.5	6.4	6.1	3.6	3.8	6.2
Histidine	2.4	2.1	3.1	3.5	2.4	2.7	2.5	2.8
Alanine	4.5	3.1	6.0	6.1	5.4	3.6	4.2	6.7
Aspartic acid*	11.9	4.4	9.4	9.1	10.7	7.7	9.1	10.2
Glutamic acid [†]	17.3	32.9	17.1	16.5	12.0	20.6	17.4	14.8
Glycine	4.3	3.2	5.1	5.6	3.0	2.0	2.5	4.6
Proline [‡]	4.1	1.3	4.3	4.9	3.8	8.5	9.9	4.0
Serine	4.7	5.6	4.1	4.3	7.9	5.2	4.3	4.8

* Includes asparagine

† Includes glutamine

‡ Includes hydroxyproline

Many of the more common analytical procedures fail to separate these pairs of amino acids.

CHEMICAL SCORE (CS)

Se calcula el % en que está presente cada uno de los aminoácidos esenciales de una proteína en estudio, relativo al contenido del mismo en una proteína que se toma como referencia. El menor porcentaje corresponderá al aminoácido limitante, valor que se conoce como CS de la proteína en estudio.

PATRÓN DE AMINOÁCIDOS INDISPENSABLES FNB/IOM 2002 mg de aa/g de proteína		
Aminoácidos	Infantes	Mayor de 1 año en adelante
Histidina	23	18
Leucina	101	55
Isoleucina	57	25
Lisina	69	51
Azufrados	38	25
Treonina	47	27
Fenilalanina+tirosina	87	47
Triptofano	18	7
Valina	56	32

Proteínas de referencia sugeridas por el *Food and Nutrition Board (FNB)* e *Institute of Medicine (IOM)*, 2002.

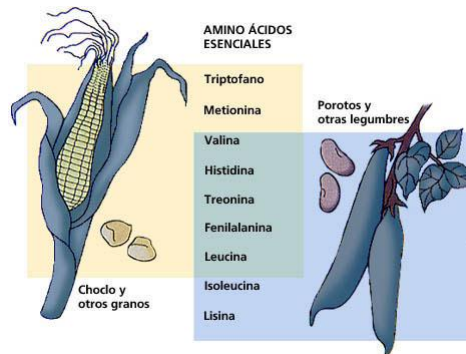
Score de aminoácidos corregido por digestibilidad de proteínas (PDCAAS)

- Valor más fidedigno de la calidad proteica
- Toma valores de 0 a 1

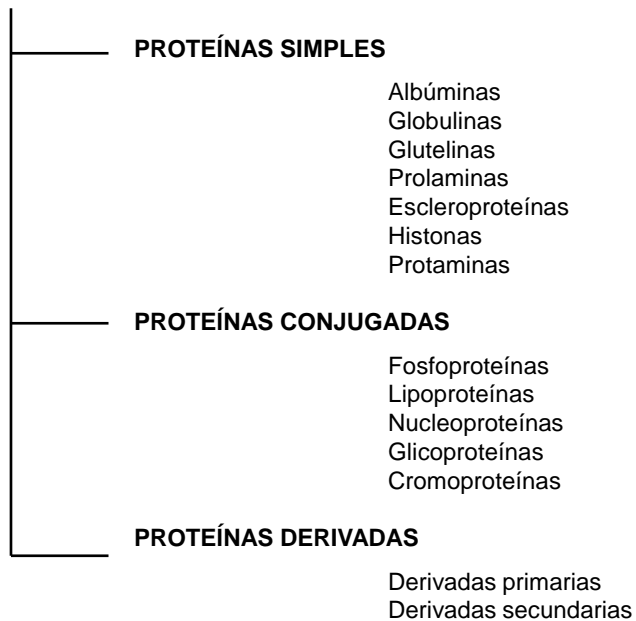
Algunos valores:

1,00 caseína
 1,00 clara de huevo
 1,00 proteína de soja
 1,00 proteínas del suero de leche
 0,92 carne 0.91 porotos de soja
 0,78 garbanzos
 0,76 frutas
 0,75 porotos negros
 0,73 vegetales
 0,70 otras legumbres
 0,59 cereales y derivados
 0,52 maní
 0,42 trigo entero

- Proteínas animales no difieren significativamente en su composición con respecto a la leche humana
- Trigo: baja proporción de lisina
- Legumbres (soja) y arvejas: deficientes en metionina



CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS

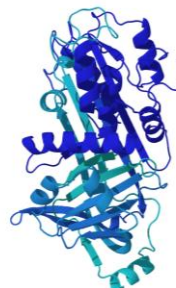


1. PROTEÍNAS SIMPLES

Su hidrólisis sólo produce aminoácidos. Se incluyen:

a. ALBÚMINAS

- Solubles en agua
- Generalmente de bajo peso molecular
 - Ovoalbúmina** (huevo)
 - Lactalbúmina* (leche)
 - Seroalbúmina* (leche y suero animal)
 - Leucosina* (cereales)
 - Legumelina* (semillas de legumbres)



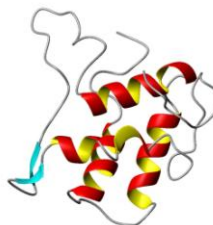
b. GLOBULINAS

- Solubles en soluciones salinas neutras
- Insolubles en agua
 - Globulinas séricas*
 - β -lactoglobulina** (leche)
 - Miosina* (carne)
 - Actina* (carne)
 - Glicinina* (porotos de soja)



c. GLUTELINAS

- Solubles en ácidos o bases diluïdos
- Insolubles en solventes neutros
 - Glutenina** (trigo)
 - Orizanina* (arroz)



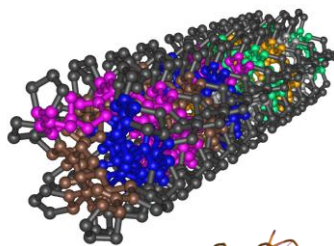
d. PROLAMINAS

- Solubles en alcohol 50-90 %
- Insoluble en agua
- Presentan numerosos residuos de prolina y ácido glutámico
 - Zeína* (maíz)
 - Gliadina** (trigo)
 - Hordeína* (cebada)

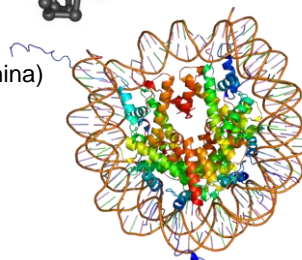


e. ESCLEROPROTEÍNAS

- Insolubles en agua y solventes neutros
- Resistentes a hidrólisis enzimática
- Proteínas fibrilares estructurales y de unión
 - Colágeno** (tejido muscular)
 - Gelatina* (derivado del colágeno)
 - Elastina* (tendones)
 - Keratina* (cabello)

**f. HISTONAS**

- Proteínas básicas (alto contenido de lisina y arginina)
- Solubles en agua
- Precipitan en presencia de amoníaco
- Se encuentran en el núcleo de células eucariotas

**g. PROTAMINAS**

- Proteínas fuertemente básicas
- Bajo peso molecular (4 a 8 kDa)
- Ricas en arginina
 - Clupeína* (arenque)
 - Escombrina* (caballa)

2. PROTEÍNAS CONJUGADAS

Incluyen una fracción no proteica tal como un lípido, ácido nucleico o carbohidrato. Se incluyen:

a. FOSFOPROTEÍNAS

- Presentes en los grupos de proteínas alimentarias más importantes
- Los grupos fosfatos están unidos al –OH de restos de serina o treonina
 - Caseínas* (leche)
 - Fosfoproteínas* (yema de huevo)

b. LIPOPROTEÍNAS

- Combinaciones de proteínas con lípidos
- Excelente capacidad emulsionante
- Presentes en leche y yema de huevo

c. NUCLEOPROTEÍNAS

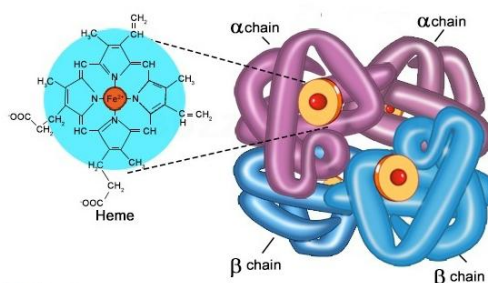
- Combinaciones de proteínas con ácidos nucleicos
- Presentes en el núcleo celular

d. GLICOPROTEÍNAS

- Combinaciones de proteínas con carbohidratos
- Usualmente la fracción glicosídica es pequeña (algunas representan 8-20 %)
Ovomucina (mucoproteína de la clara de huevo)

e. CROMOPROTEÍNAS

- Contienen un grupo prostético coloreado
Hemoglobina (*grupo hemo*, sangre)
Mioglobina (músculos)
Flavoproteínas (nucleótido derivado de la vitamina B2: flavín adenín dinucleótido, FAD o flavín mononucleótido, FMN).



3. PROTEÍNAS DERIVADAS

Se obtienen por métodos químicos o enzimáticos

Pueden considerarse derivados primarios o secundarios de acuerdo a la extensión del cambio del cual provienen

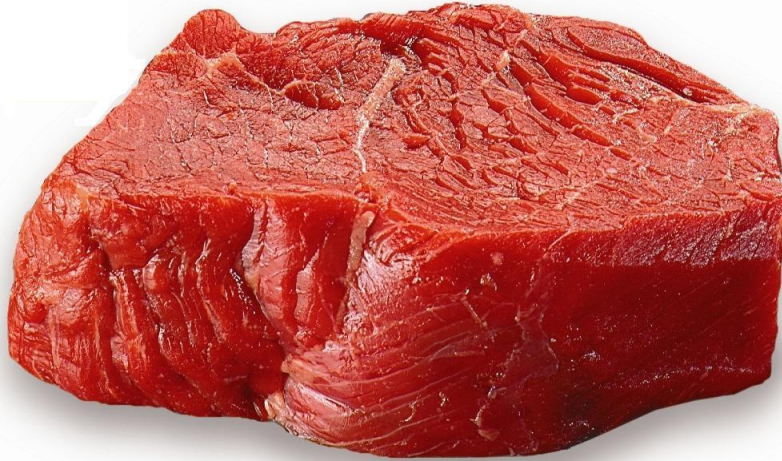
a. DERIVADOS PRIMARIOS

- Ligeramente modificados
- Insolubles en agua
Caseína coagulada mediante renina

b. DERIVADOS SECUNDARIOS

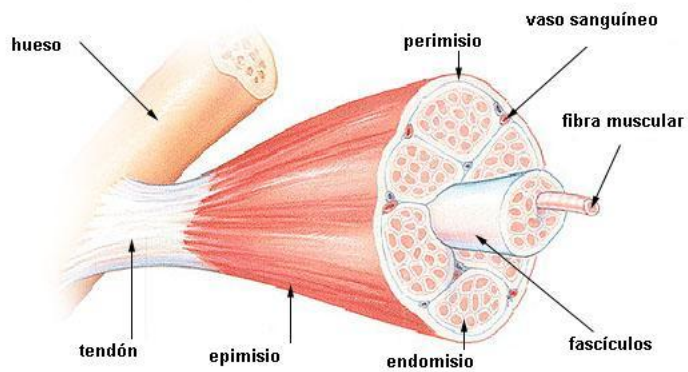
- Extensamente modificados
Proteosas peptonas
Péptidos (2-10 aa, ej, productos de proteólisis durante maduración de quesos)
- Diferentes tamaños y solubilidad de los productos de ruptura
- Solubles en agua
- No coagulables por calor
- Proteosas precipitan en solución de sulfato de amonio saturado

PROTEÍNAS DE LA CARNE



CARNE

Músculo esquelético de mamíferos como vaca, cordero y cerdo



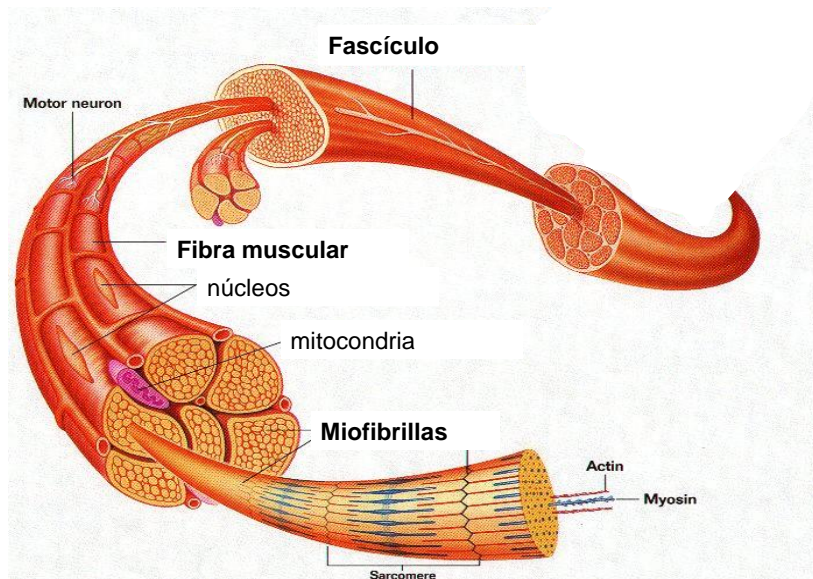
FIBRAS MUSCULARES

- Células de 10 a 100 μm de diámetro y de hasta de 30 cm de largo
- Membrana celular: sarcolema
- Varios núcleos
- Dos sistemas de membranas intracelulares:

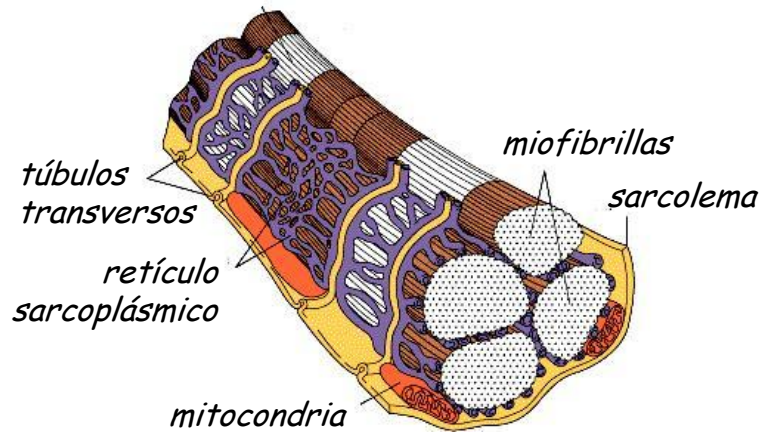
↓
 Túbulos transversos o túbulos T (invaginaciones del sarcolema)
 Retículo sarcoplásmico

participan en la transmisión de las señales desde las terminaciones nerviosas hacia los elementos contráctiles de la fibra

MIOFIBRILLAS



ESTRUCTURA DE LA MIOFIBRILLA

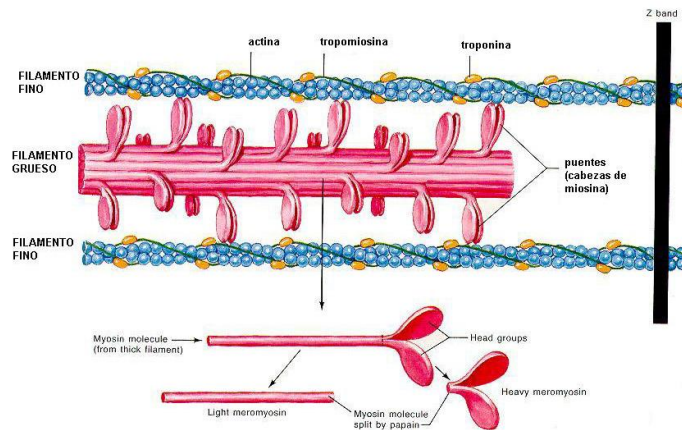


Túbulos T y retículo sarcoplásmico: sincronizan la contracción muscular

Miofibrilla compuesta por haces de filamentos proteicos

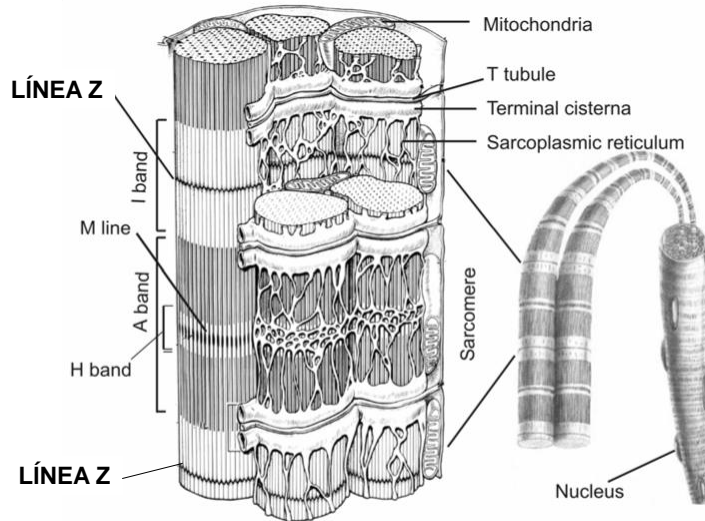
Filamentos finos: actina y en menores cantidades tropomiosina y troponina

Filamentos gruesos: agregados de de miosina ($PM\ 5 \times 10^5$).

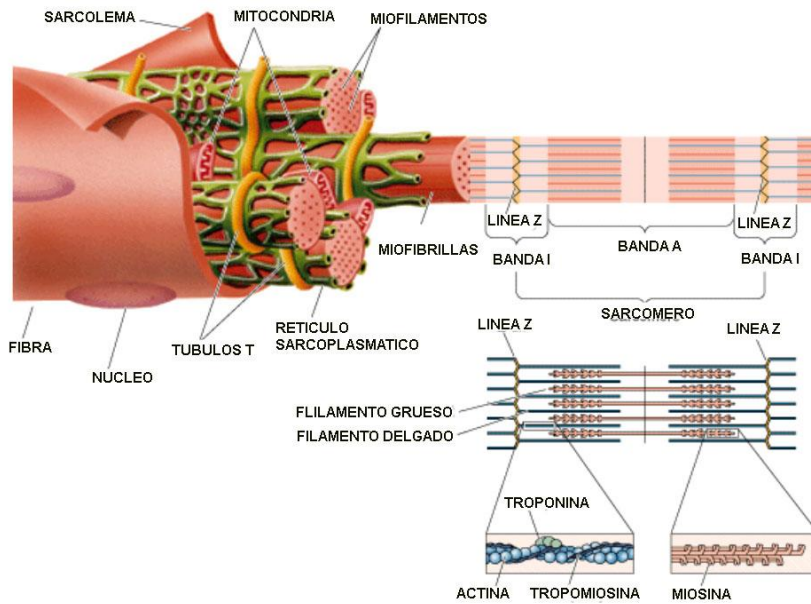


Sarcómero: unidad longitudinal de la miofibrilla

Líneas Z: definen los límites de los sarcómeros. Liga filamentos finos de sarcómeros adyacentes. (son filamentos cortos, principalmente de α -actinina)



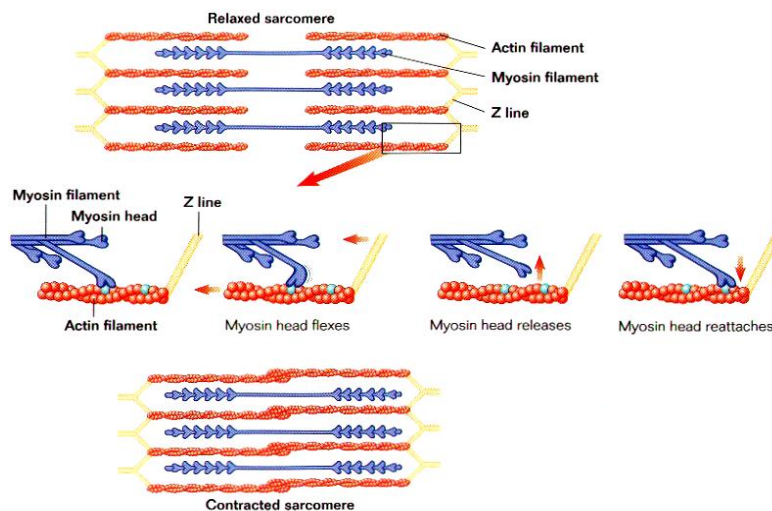
ORGANIZACIÓN DE LA FIBRA MUSCULAR

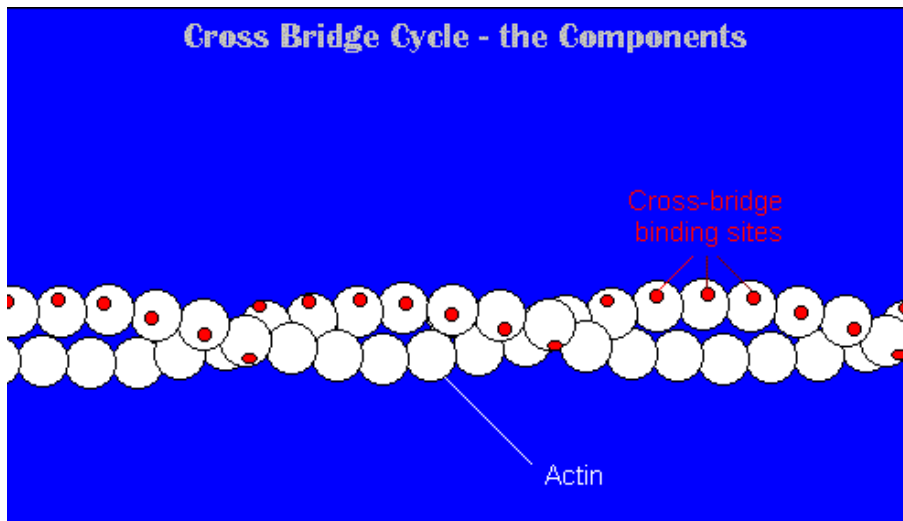


EVENTOS DURANTE LA CONTRACCIÓN MUSCLAR

- 1) Impulso nervioso por los túbulos T causa la liberación de iones Ca^{2+} en retículo sarcoplásmico
- 2) Iones Ca^{2+} se unen a la troponina (filamentos finos); hay cambio en su conformación; se provoca el movimiento de tropomiosina adyacente
- 3) Se exponen sitios activos de actina
- 4) Las moléculas de actina activadas pueden reaccionar repetidamente con miosina (filamento grueso) y con ATP
- 5) Cabezas de las moléculas de miosina se orientan con diferentes ángulos con respecto a los filamentos gruesos en los distintas etapas del ciclo; en cada ciclo completo y con la hidrólisis de una molécula de ATP, la cabeza de miosina se enlaza a una molécula de actina diferente; se produce deslizamiento de filamentos (contracción)

EVENTOS DURANTE LA CONTRACCIÓN MUSCLAR





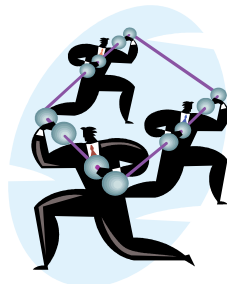
ATP puede derivar de dos fuentes:

Actividad muscular moderada

- En mitocondrias se oxida ácido pirúvico
- La E liberada se utiliza para fosforilación del ADP
- 3 ATP por cada $\frac{1}{2}$ O₂ reducido a H₂O
- O₂ se transporta en mioglobina como aducto

Esfuerzos explosivos cortos

- Glicógeno o glucosa se oxida a ácido láctico (proceso anaeróbico)
- 2 ATP por cada glucosa (36 ATP por oxidación completa)
- Ácido láctico es oxidado a piruvato cuando cesa el esfuerzo



FISIOLOGÍA POST-MORTEM DEL MÚSCULO

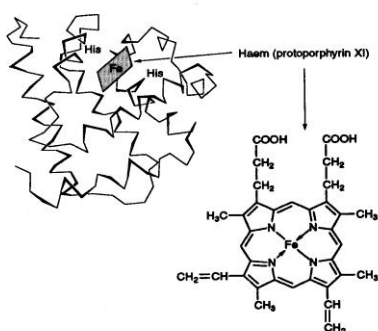
- Existe demanda de ATP en animal muerto (bombas del retículo y otras reacciones); músculos no reciben señales nerviosas
- No existe más suministro de oxígeno desde corriente sanguínea; demanda de ATP se mantiene por glucólisis por cierto tiempo
- Animal hambreado o maltratado antes de su sacrificio posee bajas reservas de glucógeno en músculo; glucólisis postmortem de corta duración
- Músculos con reserva adecuada de glucógeno; glucólisis dura algunas horas durante postmortem (hasta pH hasta 5 -5,5); inhibición de actividad de enzimas glucolíticas
- Cuando el nivel de ATP baja, no hay más suministro de Ca; filamentos gruesos y finos se asocian permanentemente; rigidez muscular: ***rigor mortis***

Control del rigor mortis importante para lograr carnes de calidad

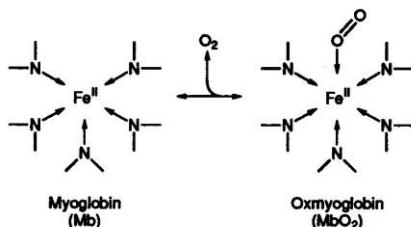
- Debe asegurarse pH crítico de 5 -5,5 (disminuye crecimiento microbiano)
- Acondicionamiento o madurado de las reses (por colgado); rigidez de *rigor mortis* desaparece
- Presencia de proteasa altamente específica (a pH 5 / Ca); cataliza ruptura de filamentos finos en la zona de la línea Z; asegura carne cocida adecuadamente tierna
- Tejido muscular contiene 55 - 80% de agua (carne cruda fresca tiene apariencia húmeda y brillante en superficie de corte)
- Parte del agua unida a proteínas del músculo (de miofibrillas y enzimas del sarcoplasma)
- Agua libre ocupa espacios entre los filamentos; desnaturalización de proteínas durante cocción libera parte de la misma
- Pérdida de humedad debido a reducción de entre filamentos; también proteínas sarcoplásmicas unen menos agua a pH 5 (PI)

BIOQUÍMICA DEL COLOR DE LA CARNE

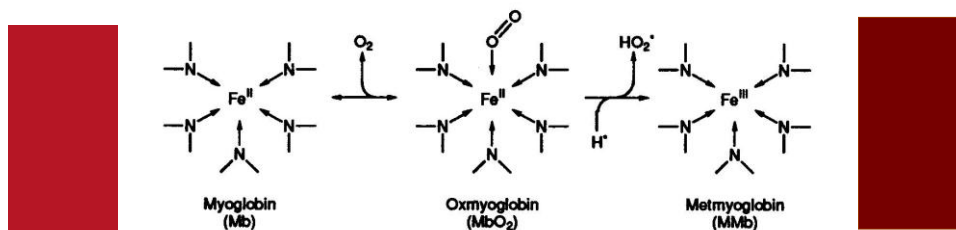
- Se debe a mioglobina (Mb) y depende del músculo, especie, edad, etc.
- Músculos destinados sólo para explosiones de actividad esporádicas; glucólisis anaeróbica; bajos niveles de mioglobina, pocas mitocondrias, color **pálido**
- Músculos de uso continuo; reacciones oxidativas; mayores niveles de mioglobina, son **oscuros**
- Estado de Fe en Mb afecta color



- Fe II en animal vivo
- Oximioglobulina (MbO₂) es de color rojo brillante
- Mb es de color rojo púrpura oscuro
- Interior de tejido muscular (anaeróbico); **color oscuro púrpura**
- Luego del corte, Mb pasa a MbO₂ en superficie; **color rojo brillante**
- pH durante post-mortem guarda relación con nivel de agua libre (importante para difusión de oxígeno)



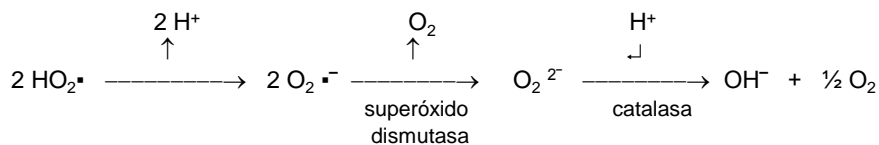
- Sistemas respiratorios del músculo consumen oxígeno hasta su cocción
- Capa de MbO₂ de algunos milímetros
- A bajas concentraciones de oxígeno, (interfase capas Mb - MbO₂), Fe de Mb se oxida a Fe III; metamioglobina (MMb)



Consecuencias:

- I- Coloración marrón de MMb (por debajo superficie externa y se extiende con el tiempo)
- II- Oxígeno pasa a formar radical libre (anión superóxido protonado) .

Todos los organismos vivos poseen superóxido dismutasa y catalasa



Pueden iniciarse reacciones en cadena de autoxidación de ácidos grasos; *rancidez de la grasas de la carne*

Cocción de la carne; Mb se desnaturaliza; se desplaza histidina; Fe II se oxida rápidamente a Fe III por oxígeno presente (marrón)

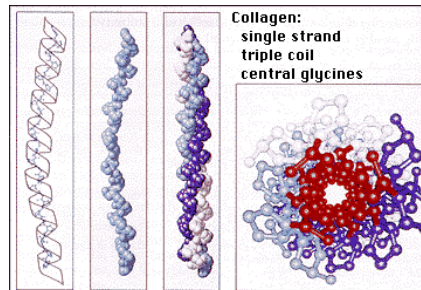
- Salado se usa en preservado de carnes
- Carnes curadas; pequeñas de nitros; enzimas generan NO; resulta nitrosilmioglobina (MbNO); **rojo**; cocción desnaturaliza MbNO; formación de pigmento color **rosa brillante** (nitrosil hemocromógeno)



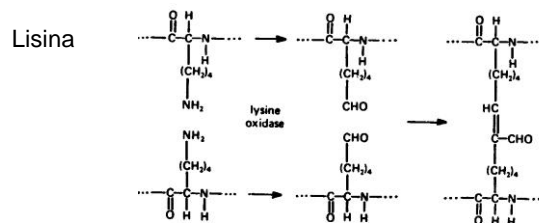
Textura también depende de cambios en tejido conectivo

Tejido conectivo; fibras de colágeno: moléculas de tropocolágeno entrecruzadas y ordenadas longitudinalmente

Tropocolágeno: 300 nm de longitud; genera un patrón de bandas transversales cada 64 nm; consiste de tres cadenas polipeptídicas similares (hélices α levógiras) que unidas generan un helicoide dextrógira; 1/3 del total de aa corresponde a glicina y 20-25% de prolina e hidroxiprolina



- Estructura se mantiene por puentes de H entre las tres cadenas y enlaces de H involucrando los grupos OH de la hidroxiprolina
- Hidroxilación de prolina es pos síntesis de la proteína
- A mayor fuerza de entrecruzamientos laterales, mayor resistencia de la fibra.



- Entrecruzamiento abundante en tendones; aumentan con edad Cantidad de colágeno entre músculos diferentes varía
- Enlaces de H se debilitan durante cocción; fibras se acortan
- Cocción prolongada rompe otros entrecruzamientos; colágeno solubilizado (gelatiniza durante enfriamiento)

Piel y huesos mayor concentración de colágeno***Obtención de gelatina***

Huesos molidos; tratamiento con HCl diluido (2 semanas), remueve fosfato de Ca; tratamiento con cal para romper entrecruzamientos del colágeno; neutralización y extracción del residuo con agua caliente
Disolución de gelatina; filtración; concentración y deshidratación



COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Limitaciones

Isoosmolaridad con la sangre

Conc. total de solutos \approx 0,3 moles/kg H₂O

Na, Cl \rightarrow sangre

Lactosa, K, Na, Cl \rightarrow leche

Solución saturada de fosfato y citrato de Ca

\approx 10 mM en c/especie.

Hay también Ca coloidal (caseína)

Pf de grasa no > Tcorporal (37-40 °C)

Grasas líquidas más digeribles

Facilita la lactación

Variabilidad

Más de 100 compuestos

Influyen

especie

raza

estadio de lactación

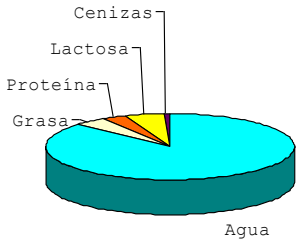
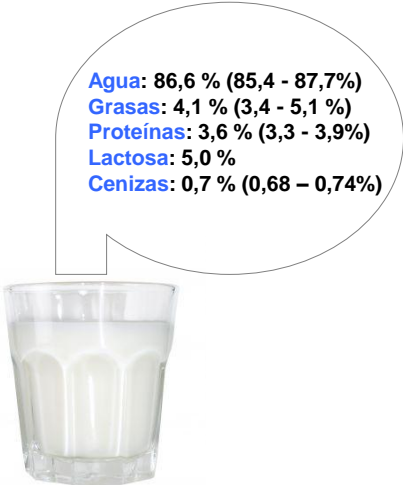
condiciones de ordeño

estación, etc.

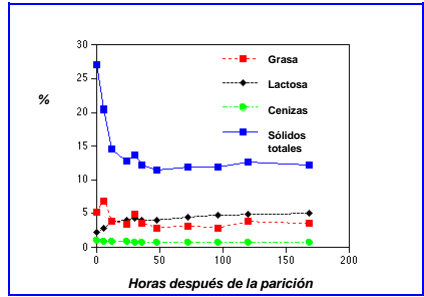
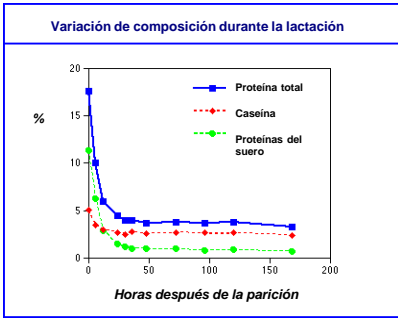
Según especie de mamífero

Especie	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Cenizas %	Sólidos totales %
Vaca	4.1	3.6	5.0	0.7	13,8
Antílope	1.3	6.9	4	1.3	25.2
Bisonte	1.7	4.8	5.7	0.96	13.2
Búfalo	10.4	5.9	4.3	0.8	21.5
Camello	4.9	3.7	5.1	0.7	14.4
Cebú	4.9	3.9	5.1	0.8	14.7
Venado	19.7	10.4	2.6	1.4	34.1
Cabra	3.5	3.1	4.6	0.79	12
Humano	4.5	1.1	6.8	0.2	12.6
Reno	22.5	10.3	2.5	1.4	36.7
Oveja	5.3	5.5	4.6	0.9	16.3

Variación en grasa y proteína → índices de valor económico
Contenido de lactosa ≈ cte. (principal osmolito)



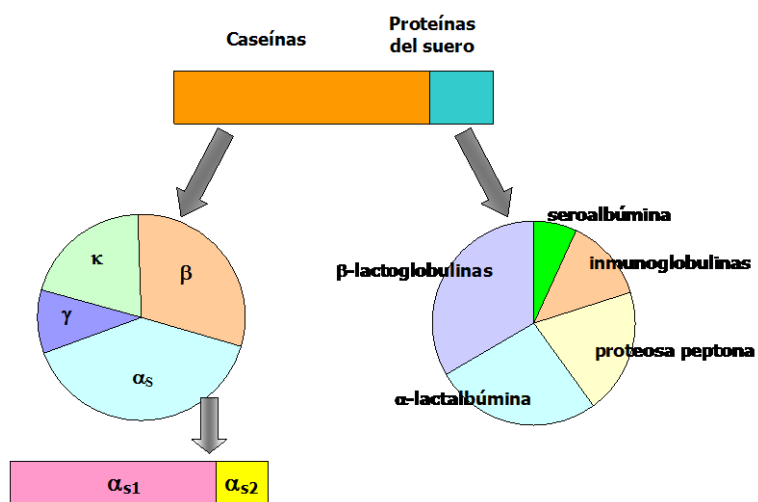
Composición promedio de la leche
(principales componentes)



COMPOSICIÓN PROTEICA DE LA LECHE

Proteína	% en peso	g/L
Caseínas	80	26
Tipo α_s	42	14
α_{s1}	34	11,5
α_{s2}	8	2,5
Tipo β	25	8
Tipo κ	9	3
Tipo γ	4	1
Proteínas del suero	20	6
β -lactoglobulinas	9	3
α -lactalbúmina	4	1,2
Proteosa-peptona	4	1,2
<i>Proteínas de la sangre</i>		
Seroalbúmina	1	0,3
Inmunoglobulinas	2	0,6

DISTRIBUCIÓN PROTEICA DE LA LECHE



- Contenido de proteínas totales: 30-35 g/L (muy alta calidad nutritiva)
- Productos génicos mayoritarios en glándula mamaria:

caseínas

αs1

αs2

β

κ

β-lactoglobulinas

α-lactoalbúminas

- Proteínas de la leche: caseínas y proteínas del suero
- Caseínas asociadas con fosfato de calcio en micelas

- Micelas pueden separarse por precipitación ácida o coagulación con quimosina
- Caseínas separadas retiene la mayor parte de las proteínas de la leche
- Otras proteínas resultantes de proteólisis postraducciona

caseínas y

proteosomas peptonas

- Pequeñas cantidades de proteínas sanguíneas

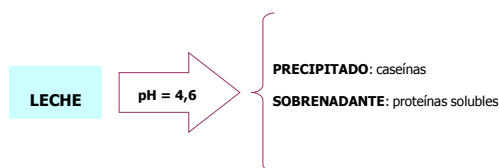
seroalbúmina

inmunoglobulinas

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LAS CASEÍNAS

CASEÍNA	Peso molecular (kDa)	Nro. de residuos	Nro. prolínas	Características estructurales	Condiciones de precipitación
αs1	23	199	17	Dos regiones hidrofóbicas (conteniendo todas las prolínas) separadas por una región polar la que contiene 7 de 8 residuos fosfato.	Muy bajos niveles de Ca
αs2	25	207	10	Cargas negativas concentradas cerca del extremo N-terminal y positivas cerca del C-terminal.	Muy bajos niveles de Ca
β	24	209	35	Región N-terminal altamente cargada y región C-terminal hidrofóbica. Proteína anfifílica (actúa como molécula de detergente). La autoasociación es dependiente de la temperatura (forma un gran polímero a 20 °C pero no a 4 °C)	Menos sensible a pptación. con Ca
κ	19	169	20	Contiene cisteína (a diferencia de las demás caseínas). Pueden formar polímeros de 60 a 600 kDa por asociación a través de puentes disulfuro de cadenas individuales. Cada cadena contiene un resto fosfato y hasta 5 cadenas trisacáridicas	Muy resistente a la pptación. con Ca, estabiliza otras proteínas. La ruptura con cuajo en el enlace Phe(105)-Met(106) elimina su capacidad estabilizante

- Composición aminoacídica vital para neonato (alta digestibilidad)
- Fosfoproteínas de baja solubilidad a pH 4,6 (grupos fosfato unidos vía enlace éster a residuos de serina)
- Asociación entre caseínas proporcional a contenido de grupos fosfato (puentes de Ca)
- Conformación similar a proteínas globulares desnaturalizadas (residuos de prolina → plegamiento → ausencia de estructuras secundarias)
- No presentan enlaces S-S (excepto caseína κ)
- Ausencia de estructura terciaria → estabilidad frente a desnaturalización por calor y exposición de grupos hidrofóbicos (asociación intermolecular fuerte → insolubilidad en agua)



PROTEÍNAS DEL SUERO

- Son globulares (desnaturalizan por calor)
- Composición afectada por: especie, estadio de lactación, presencia de infecciones, etc.
- β -lactoglobulina y α -lactalbúmina → principales
- Proteosa peptonas: 1g/kg leche (de la membrana del glóbulo graso y proteólisis de caseína β)
- sangre → inmunoglobulinas, SAP
- En general, menos digeribles que caseínas → pueden inducir respuesta inmune sistémica en intestino (alergia)

OTRAS PROTEÍNAS

- **Lactoferrina** (plasma sanguíneo) y **transferrina** (glándula mamaria y otras mucosas): ligadas a Fe
- En calostro: 1,25 g/kg de lactoferrina y baja a 0,1 g/kg con lactación
- **Proteínas de la membrana del glóbulo graso**: 1% del total de proteínas

CASEÍNAS

- Suspensión coloidal → caseína, proteínas globulares y lipoproteínas
- Caseínas → existen como partículas coloidales: **micelas**
- Transportan fosfato de Ca insoluble al infante en forma líquida → coágulo en estómago → nutrición eficiente
- Composición promedio de una micela (% en peso) **fosfato de Ca coloidal**

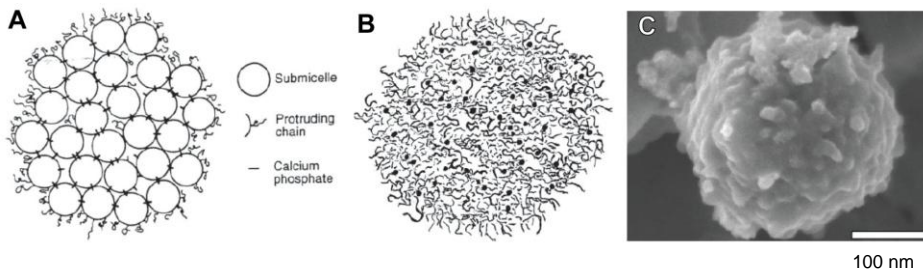
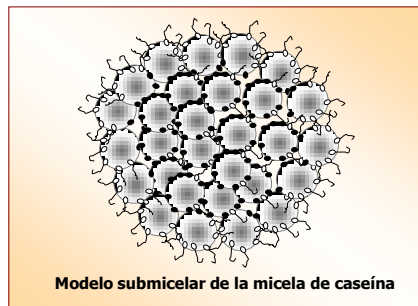
Caseínas.....	97
Ca.....	7
Fosfato.....	3

Mg, Na, K, citrato, enzimas (lipasas, plasmina y parte de proteosa peptona) en pequeñas cantidades

Micelas → estructuras esferoidales porosas con suero atrapado (6-12% del total del vol. de la leche); diám. 20-300 nm, incluyendo de 20 a 150.000 moléculas de caseína

MODELO DE SUBMICELAS

- **Micela** → formada por **submicelas** de 10-20 nm de diám. Contienen caseínas α , β y κ (10-100 moléculas).
- **Tamaño, peso y composición de submicelas depende de conc. de c/caseína, pH, T, etc.**
- Poseen núcleo hidrófobo y superficie hidrofílica (presencia de restos polares de κ .caseína → glicomacropéptido y/o grupos fosfato unidos a serina de otras caseínas)
- **Grupos fosfato interaccionan con Ca (puentes)**
- Se distinguen dos tipos: con y sin abundancia de caseína κ (difieren en grado de glicosilación y fosforilación)
- **Agregación de submicelas por interacciones covalentes [puentes de $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6$] o electrostáticas**
- Submicelas con abundancia de caseína κ → superficie hidrofílica debida a grupos glicosídicos presentes en forma de “pelos” que crean repulsión estérica → limitan la agregación de las submicelas → forman la superficie de la micela (7nm)



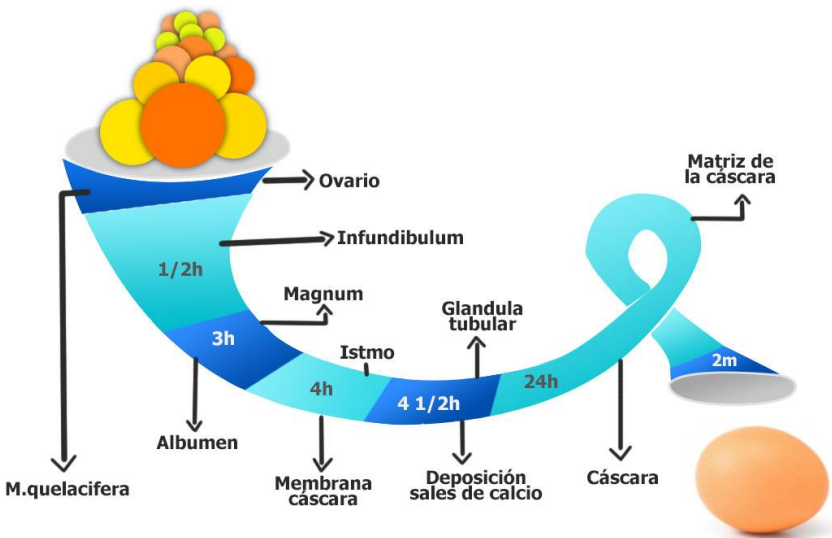
Otros modelos no sustentan la existencia de submicelas → estructura de micela más abierta y fluida (distribución más homogénea del fosfato de calcio)

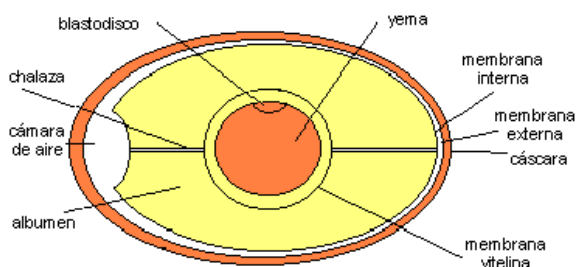
Modelo de estructura abierta → partícula esferoide, muy hidratada y de estructura abierta con cadenas polipeptídicas parcialmente entrecruzadas en su núcleo por agrupamientos de fosfato de Ca con una superficie vellosa que le confiere estabilidad por impedimentos estéricos o electrostáticos

PROTEÍNAS DEL HUEVO



PROCESO DE FORMACIÓN DEL HUEVO



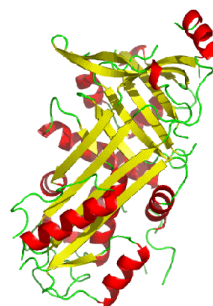


Proteínas de la clara de huevo

- Clara: coloide de proteínas globulares con fibras de ovomucina (más de 30 proteínas)
- pH 9,4
- Enzimas, inhibidores y anticuerpos activos

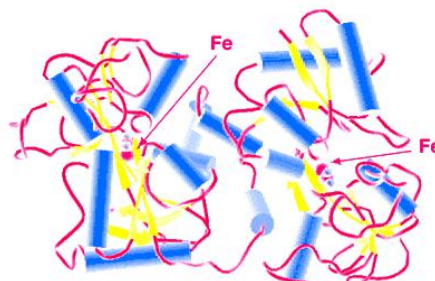
Ovoalbúmina

- 54% del total proteico
- Rica en aminoácidos esenciales (proteína de referencia)
- PM de 45 kDa (385 aminoácidos)
- pI =4,6
- Fosfoglucoproteína. Tres fracciones: A1, A2 y A3 (85:12:3) (distintos contenidos de fósforo)
- Rica en cisteína y metionina
- Contiene D-manosa y otros restos glucídicos (3% de su peso)
- Desnaturaliza fácilmente (primeros días de ovoposición) dado alto % de -SH (pasan a S-S durante almacenamiento) disminuye poder espumante y aumenta termorresistencia
- Coagula de 72 a 80 °C



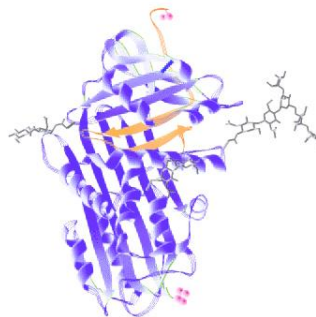
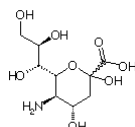
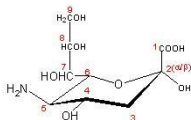
Conalbúmina u ovotransferrina

- 13% de las proteínas de la clara
- Glicoproteína formada por dos cadenas polipeptídicas
- PM 77 kDa (686 aminoácidos)
- Contiene restos de manosa y glucosamina (hasta 2,6% de su peso)
- Puede quelar Fe y otros iones metálicos (antimicrobiano y antioxidante)
- No presenta grupos sulfhidrilo, pero es rica en enlaces disulfuro
- pl entre 6 y 6,6
- Coagula a 61- 63 °C



Ovomucoide

- 11% de las proteínas de la clara
- Glicoproteína , PM 28 kDa con 186 aminoácidos (12% azufrados)
- Tres dominios en tandem (DI, DII y DIII)
- Resto glicosídico representa alrededor del 25% de su peso
- **Glucosamina** principal constituyente, también manosa, galactosa y **ác. neuramínico**
- pl entre 3,9 y 4,3
- Inhibe la actividad proteolítica de la tripsina (factor antitripsico)
- Clara coagulada piered esta actividad (70 – 79 °C)

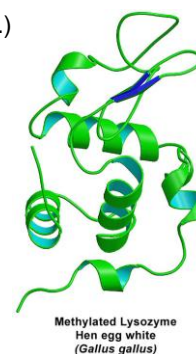
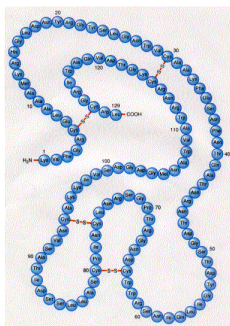


Ovomucina

- 1,5 al 3,5 % de las proteínas de la clara
- Glicoproteína rica en ácidos neuramínico y siálico
- Estructura fibrosa (por repulsiones electrostáticas negativas)
- Responsable de la viscosidad de la capa espesa de la clara
- 2 subunidades
 - α-ovomucin: pobre en carbohidratos (PM 254 kDa)
 - β-ovomucin: rica en carbohidratos (PM 400-610 kDa)
- No dispersable en agua, sí en soluciones salinas de pH 7
- Inhibidor de la hemoaglutinación vírica.
- Es la más estable a la desnaturalización por calor

Lisozima

- 3,5 % de las proteínas de la clara
- Posee 129 aminoácidos y un resto trisacárido
- pI 9,5 a 10,7
- Produce lisis de los mucopolisacáridos presentes en la pared celular de varios tipos de bacterias Gram + (bactericida)
- Uso tecnológico: inhibidor del crecimiento de *Clostridium tyrobutyricum* durante la maduración de quesos, en particular aquellos de pasta prensada y cocida (suizo, parmesano, edam, gouda, cheddar, etc.)
- Coagula a 75 °C

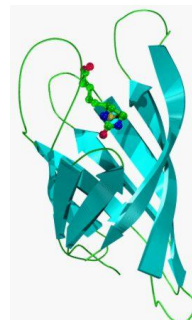


Ovoglobulinas (G2 y G3)

- Constituyen un 2% de las proteínas totales de la clara
- pI entre 5,5 y 5,8

Avidina

- Presente en un 0,05%
- pI de 10,5 a 9,5
- Glicoproteína tetramérica (PM 68 kDa)
- Gran afinidad por la biotina (la indisponibiliza)

**Ovoflavoproteína**

- Secuestrante de riboflavina

YEMA

- Parte pigmentada del huevo rodeada por una membrana (vitelina)
- Puede presentar una mancha rojiza (disco germinativo si el huevo fue fecundado)
- Dispersión de diferentes tipos de partículas suspendidas en solución proteica
- 31,1% proteínas y 65,8% de grasas (base seca)
- Abundancia de lipoproteínas de baja densidad (LDL) ricas en colesterol
- Fase continua (78%) formada por proteínas globulares y LDL
- Fase dispersa (20%) con proteínas globulares y HDL
- Proteínas no poseen actividad biológica (reserva para el embrión)
- Abundan lipoproteínas: lipovitelina y lipovitelina y una fracción con afinidad por el agua de fosfoproteínas: fosfovítina y livetina

Lipovitelina: fracción de lipoproteína de alta densidad (HDL), con 60% de fosfolípidos y 40% de lípidos neutros

Lipovitelina: fracción de lipoproteína de baja densidad (LD), con 84 % de lípidos (31% fosfolípidos, 3,7% colesterol y 65% TG)

Fosfovítina: Fosfoproteína rica en serina con capacidad para fijar Fe III

Livetina: proteína globular de gran afinidad por el agua.