

Proteínas

Proteína: del fr. *protéine*, y este del gr. πρωτεῖος *prōteîos* 'preeminente, de primera calidad' e *-ine* '-ina'. RAE



Ángeles Carbajal Azcona - carbajal@ucm.es

Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia. UCM.

<https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/> - <https://www.ucm.es/innovadieta/> - <https://www.ucm.es/innovadieta/p>

J Nutr. 1986 Jul;116(7):1364-70. The history of enthusiasm for protein. Carpenter KJ.

In the 1890s the USDA recommended over 110 g dietary protein per day for working men. This was based on Liebig's idea that protein was the source of muscular energy and the observation that protein consumption was higher in the more successful (i.e., affluent) social groups or nations than elsewhere. Chittenden's demonstration of physical energy being maintained on one-half this level of intake then led to reassessment of these standards, and attention was transferred to the discovery of trace nutrients and their practical significance. In the 1950s and 1960s protein again received priority attention. The "World Protein Gap" was considered the major cause of infant mortality and retarded development in the Third World but a problem that could be solved by the application of sophisticated technology. It then appeared that such technology was in general inapplicable to the real-life situation of more primitive communities. It was also found that a more equitable supply of ordinary foods could supply adequate protein, provided that, in the case of infants, attention was paid to their not being too bulky to allow adequate energy intake.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3528432>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Proteínas. Aspectos clave

- Constituyente principal de células. Todos los tejidos tienen proteínas.
- Única fuente de **nitrógeno**.
- **Necesarias** para:
 - Crecimiento,
 - Reparación,
 - Continua renovación de tejidos corporales y
 - Regulación de todas las funciones corporales.
- Necesidades diarias de proteínas. No hay almacenes.
- El hombre usa unos 20 AA proteinogénicos distintos de los que **8-9 son esenciales** → NO se sintetizan → tienen que consumirse con los alimentos. Proteínas → Nutrientes.
- La composición en AA de las proteínas de la dieta condiciona la eficacia de la síntesis de proteínas corporales → Calidad proteica.
- AA limitantes. Proteínas animales: mayor calidad que vegetales.

AA: Aminoácidos

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Proteínas. Aspectos clave

- La mayor parte de las poblaciones desarrolladas consume más proteína (especialmente de origen animal, unos 100 g/día) de la necesaria.
- El exceso de proteína se usa como fuente de energía: algunos AA son transformados en glucosa (vía gluconeogénesis) y en grasa.
- IR de proteína (0.8 g/kg de peso) son mayores en: infancia, adolescencia, gestación, lactancia (14-70 g/día, según etapa de vida).
- **ON: 10-15% kcal**. Epidemiológicamente: mejor consumir mayor cantidad de proteínas vegetales. Proteína de origen animal se ha relacionado con ECV, cáncer, osteoporosis, cálculos renales, ..
- Generalmente **NO se necesitan suplementos de proteínas o de AA**.
- Malnutrición proteico-energética: Marasmo y Kwashiorkor.
- **Alergias a proteínas**.
- Alteraciones metabolismo de AA: fenilcetonuria, homocistinuria, etc.
- **Dieta vegetarianas**.

IR: Ingestas recomendadas
ON: Objetivos nutricionales
ECV: Enfermedad cardiovascular

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Proteínas. Un poco de historia

Claude Louis Berthollet (Saboya, 1748 - Francia, 1822). 1785. Demuestra la presencia de nitrógeno en tejidos animales.
Daniel Rutherford (1749-1819). Discovered nitrogen in 1772.
Jöns Jacob Berzelius (1779 – 1848). Suggested the name protein.
Gerrit Jan Mulder (Holanda, 1802-1880). En 1838 acuña el término “Proteína”.

In modern scientific literature Mulder is usually mentioned in relation to his protein theory (*Over proteïne en hare ver-bindingen en ontledingsproducten, Natuur- en scheikundig archief 6: 87, 1838, and following papers*). After heating several albuminous substances with dilute caustic soda he obtained, by neutralization with acid, a greyish-white precipitate. On the basis of his elementary analysis of this he thought it was always the same substance. He concluded, therefore, that the albuminous substances consist mainly of the same nucleus or root-substance, for which he proposed the name *proteïne*, derived from the Greek *πρωτεῖος* (*primarius*). This word was suggested to him by the Swedish chemist Berzelius, to whom he expressed in the above paper his thanks for many valuable comments.



Gerrit Jan Mulder

<http://jn.nutrition.org/cgi/reprint/46/1/1.pdf>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Proteínas. Un poco de historia

Of course Mulder did not overlook the fact that the various albuminous substances differed in their chemical and physical properties. In his opinion this could be explained by the union of protein with differing quantities of S and P (and O). In this way he arrived at the following formulas:

crystalline	= 15 protein + S
casein	= 10 protein + S
plant gluten	= 10 protein + S,
fibrin	= 10 protein + SPh
albumin (hen's egg)	= 10 protein + SPh
albumin (blood serum)	= 10 protein + S ₂ Ph

As for protein itself, he proposed the formula $C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}$. In calculating the N content of this compound, one will find it to be 16%, a figure that corresponds with the value used throughout the world for calculating protein from the N content. The ratio N : C amounts to 1 : 3.4, which also does not differ greatly from the ratio 1 : 3.25 now in use.

<http://jn.nutrition.org/cgi/reprint/46/1/1.pdf>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Proteínas. Un poco de historia

Justus von Liebig (1803-1873)

- El carbono y el hidrógeno que se oxidan en el organismo durante el proceso respiratorio proceden de los tres componentes orgánicos fundamentales de la materia viva: hidratos de carbono, grasas y proteínas. "principios inmediatos"
- Clasifica los alimentos en dos grupos:
 - *Alimentos respiratorios*, combustibles para suministrar energía.
 - *Alimentos plásticos*, para formar parte de las propias estructuras corporales.



1865 fundó la "Compañía Liebig de Extracto de Carne", aplicando un procedimiento de su invención para preparar extractos cárnicos.

1869 se comercializa en EEUU "el alimento soluble del Barón von Liebig": sustituto de la leche materna.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Proteínas. Un poco de historia

François Magendie (1783-1855)

"Sobre las propiedades nutritivas de las sustancias que no contienen nitrógeno" (1816).

Origen del N que hay en los tejidos animales: *"los resultados de mis experimentos hacen muy probable que el nitrógeno que se encuentra en los tejidos animales proceda del nitrógeno contenido en los alimentos"*.

"La diversidad de alimentos es una importante regla de higiene que nos indica, además, nuestro instinto".

1830. ¿Por qué las proteínas tienen distinto valor nutritivo, a pesar de tener la misma cantidad de nitrógeno?



Jean Baptiste Boussingault (1802-1887)

"Los animales no pueden usar el nitrógeno atmosférico".

"La cantidad de nitrógeno eliminada es igual a la ingerida con los alimentos".

Relación entre el contenido en yodo de la tierra y la presencia de bocio endémico. Recomienda la sal yodada para la prevención del bocio (1833).



Edward Smith (1819-1874)

1862, a petición del British Privy Council, indica la cantidad y calidad de alimentos necesarios (mínimo coste económico) para evitar la inanición.

Basándose en observaciones experimentales del metabolismo energético y proteico y en los hábitos alimentarios de estos trabajadores, estimó que eran necesarias: 3000 kcal/día y 80 g/día proteína.



1890. Braconnot, el primer aminoácido conocido fue la glicina.

Hacia 1900 ya se conocían la mayor parte de los aminoácidos que hoy conocemos.

Fischer establece la naturaleza peptídica de las proteínas.



William Rose

Osborne, Mendel, Rose, establecen el concepto de aminoácido esencial.

1920. Hay 8 aminoácidos esenciales.

<http://www.jbc.org/content/277/37/e25.full>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Proteínas. Un poco de historia

Wilbur Olin Atwater (1844-1907)

...where people have sufficient means to make a free choice of diet, their intakes will correspond to their needs for protein as well as for calories.
Carpenter KJ. J Nutr 1986;116:1364-70.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3528432>



TABLE 1		
Mean protein and energy intakes of men in Atwater's studies compared with his own and present-day standards		
Measure	Nutrient intake ¹	
	Protein	Energy
	g	kcal
Type of worker		
Professional men	104	3325
Mechanics	103	3465
Farmers	97	3515
University boat crews	155	4085
Degree of muscular work ²		
Light	112	3000
Moderate	125	3500
Heavy	150	4500
Current Recommended Dietary Allowances ³	52	Variable

¹Nutrient eaten per man per day. In most cases family intakes were determined, with women and children assumed to have different proportions of "man unit" intakes (12). ²Atwater's standards in 1900. ³Protein assumed to be of the quality of the average United States mixed diet and applicable to all 65-kg men engaged in their normal activities (14).

Proteínas. Un poco de historia

Cicely Williams (1893-1992)

"Kwashiorkor: A nutritional disease of children associated with a maize diet". Lancet 1935; 2: 1151-2.

1959. Se introduce el término "malnutrición proteico-calórica" (luego llamado "malnutrición proteico-energética) para incluir a marasmo y kwashiorkor y las formas intermedias.



<http://apps.who.int/iris/handle/10665/72346>
<http://www.nutricionclinica.sld.cu/Patrimonio/CicelyWilliams.htm>

Ver Proteína: <https://www.ucm.es/innovadieta/p>

Proteínas. Un poco de historia

Amino Acids from Proteins: Progress to 1902

Glycine (1820): from gelatin, Braconnot
 Leucine (1820): from muscle and wool, Braconnot
 Tyrosine (1849): from cheese casein, Bopp
 Serine (1865): from silk, Cramer
 Glutamic acid (1866): from wheat gluten, Ritthausen
 Aspartic acid (1868): from conglutin and legumin, Ritthausen
 Phenylalanine (1881): from lupine seedlings, Schulze & Barbieri
 Alanine (1888): from silk fibroin, Weyl
 Lysine (1889): from cheese casein, Drechsel
 Arginine (1895): from horn, Hedin
 Iodogorgonic acid (1896): from coral, Drechsel (3,4-Di-Iodo-Tyrosine)
 Histidine (1896): from sturgeon sperm, Kossel, and horn, Hedin
 Cystine (1899): from horn, Möerner
 Valine (1901): from protein hydrolysates, Fischer
 Tryptophan (1901): from cheese casein, Hopkins & Cole
 Oxyproline (1902): from gelatin, Fischer

1962. Premio Nobel de Medicina
Watson y Crick descifran el mecanismo
para la síntesis proteica

<http://www.biophysics.org/education/gray.pdf>

On the structure of native, denatured, and coagulated proteins

A. E. Mirsky & Linus Pauling (1936) PNAS 22, 439-447

"Our conception of the native protein molecule (showing specific properties) is the following. The molecule consists of one polypeptide chain which continues without interruption throughout the molecule (or, in certain cases, of two or more such chains); this chain is folded into a uniquely defined configuration, in which it is held by hydrogen bonds between the peptide nitrogen and oxygen atoms and also between the free amino and carboxyl groups of the diamino dicarboxyl amino acid residues."



1901-1994

Imagining Protein Structure: Expression of a Force of Nature

Linus Carl Pauling

Nobel Prize (Chemistry, 1954) "for his research into the nature of the chemical bond and its application to the elucidation of the structure of complex substances"

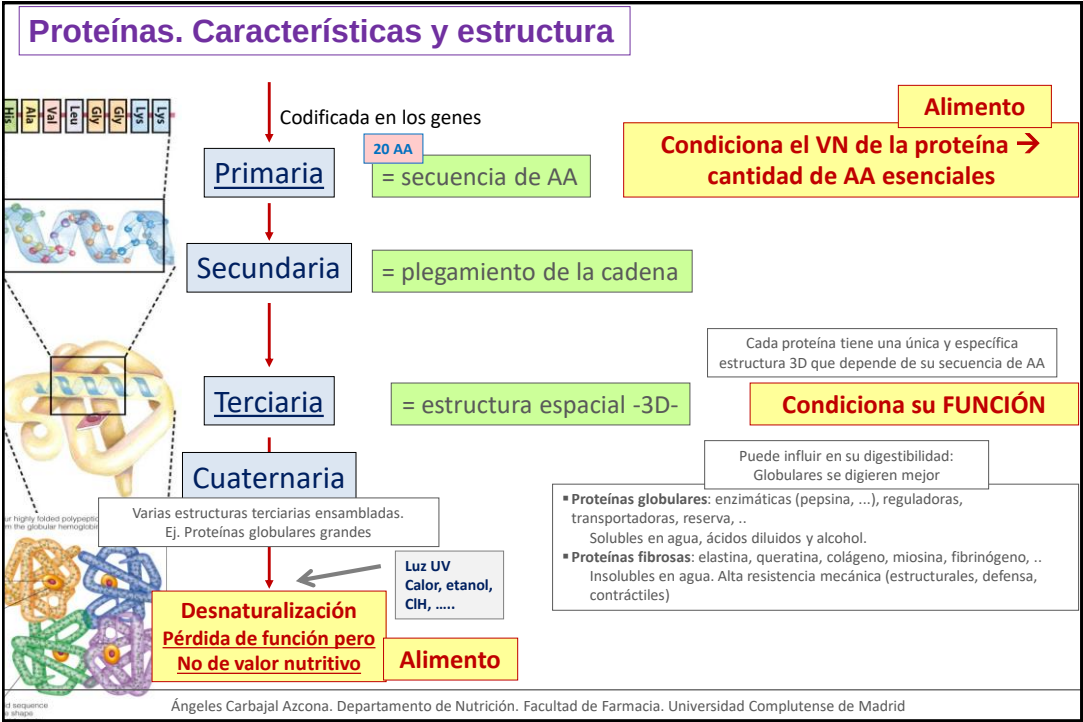
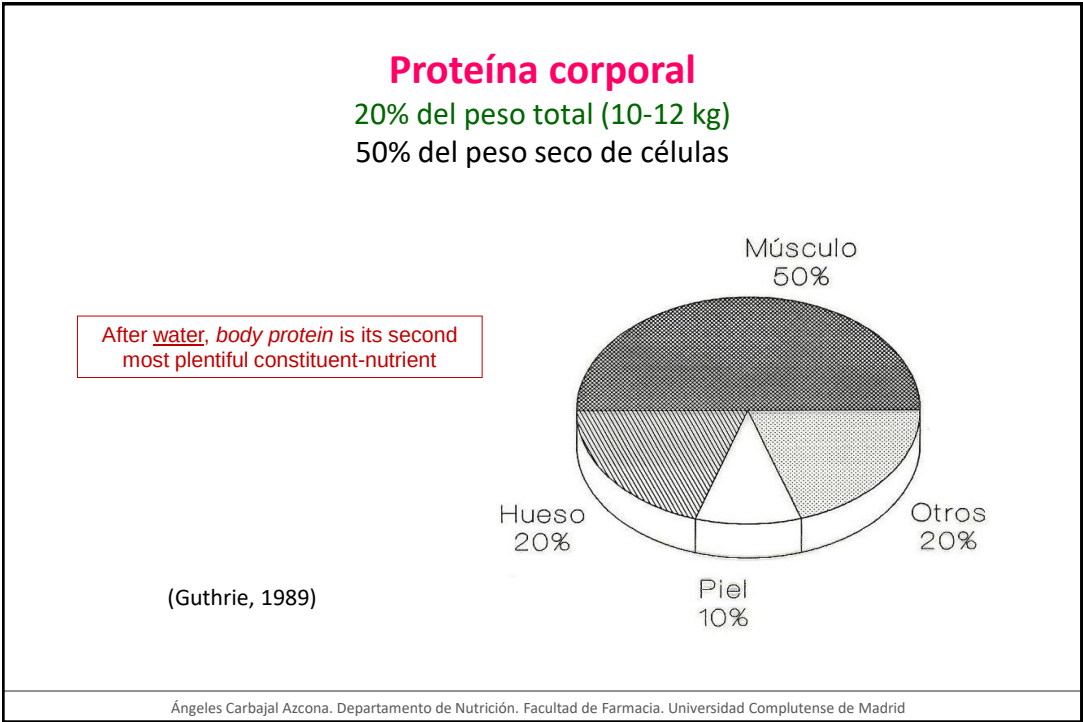
Nobel Prize (Peace, 1962) for his tireless efforts to stop atmospheric testing and the spread of nuclear weapons

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

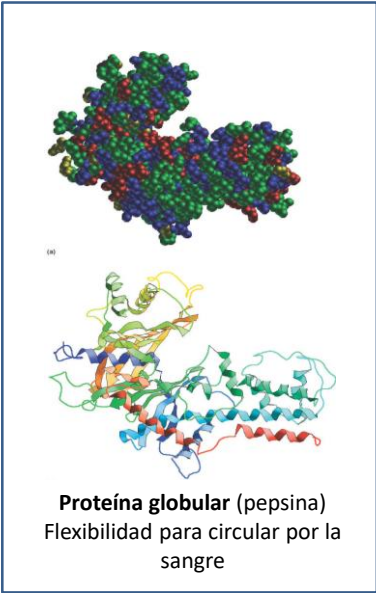
Proteínas. Características y estructura

- Macromoléculas orgánicas: C, H, O y **N**
También pueden tener S y otros elementos (P, Zn, Fe, Cu, Mg, I, ...)
- El único macronutriente que tiene **N** (proteínas → 16% de N). Principal fuente de nitrógeno en la dieta (ácidos nucleicos tienen N, pero proteína de la dieta es casi la única manera de reponer el N que se pierde).
- En su degradación se produce también **urea**.
- Todas las células necesitan 3 componentes que tienen N:
 - Ác. nucleicos
 - Proteínas
 - Coenzimas (vit. grupo B)

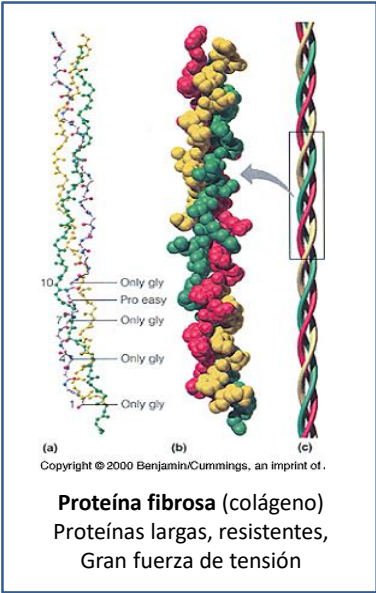
Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



Proteínas. Características y estructura



Proteína globular (pepsina)
Flexibilidad para circular por la sangre



Proteína fibrosa (colágeno)
Proteínas largas, resistentes,
Gran fuerza de tensión

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Proteínas. Características y estructura

Terciaria

= estructura espacial -3D-

Condiciona su FUNCIÓN

Si la estructura cambia → cambia la función

Anemia falciforme (Sickle-cell anemia)

Un único cambio en un único AA de la hemoglobina:
Glutámico (cargado negativamente) sustituido por valina (no tiene carga)

Normal mRNA

Normal protein

Mutant mRNA

Mutant protein

GUG

CAC

CUG

ACU

CCU

GAG

GAG

AAG

val

his

leu

thr

pro

glu

glu

lys

1

2

3

4

5

6

7

8

Mutation (in DNA)

GUG

CAC

CUG

ACU

CCU

GUG

GAG

AAG

val

his

leu

thr

pro

val

glu

lys

1

2

3

4

5

6

7

8

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

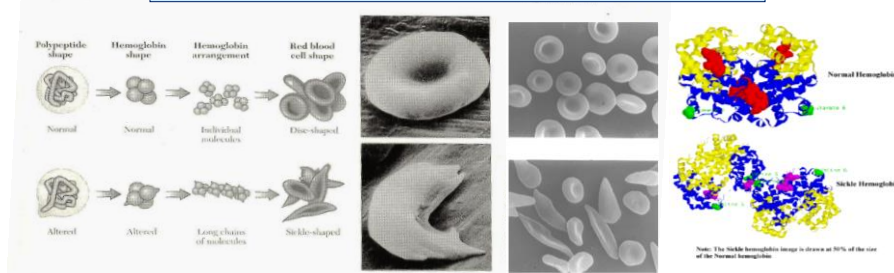
Una única mutación → cambio significativo en la estructura y función

Las características de la hemoglobina cambian

Los GR con Hb normal → forma de disco

Los GR con Hb alterada → forma de hoz (falciforme)

Anemia falciforme



Los GR se unen entre sí (red gelatinosa)
No transportan oxígeno
Pueden atascarse en los vasos sanguíneos
Se rompen fácilmente → anemia

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Alimento

Desnaturalización de proteínas

(Por ácidos, bases, calor, alcohol, agitación, cocinado, etc.)

- Pérdida total o parcial de la estructura terciaria (altera su conformación espacial) → proteína pierde su funcionalidad biológica, pero no afecta a la estructura primaria --> **NO pierde su valor nutritivo.**

Necesitamos AA: nutrientes

- Proteína desnaturalizada: mayor accesibilidad de enzimas digestivas a enlaces peptídicos → más fácilmente hidrolizadas en sus AA → **más digeribles.**
- Desnaturalización de proteínas globulares, solubles en agua, → pérdida de solubilidad y precipitación de la disolución.

Clara del huevo cruda, transparente y líquida → cocinada, blanca y firme

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Aminoácidos. Clasificación

Sólo **20 AA** forman las proteínas corporales (proteínogénicos)
y de ellos sólo 8-9 son esenciales

Nutrientes

1. Solubilidad (condiciona funcionalidad de las proteínas que los contienen):

• Polares (hidrosolubles): Glu Asp Lys Arg His Gly Ser Thr Cys Tyr Gln Asn

• Apolares (insolubles en agua): Ala Met Phe Pro Ile Trp Leu Val

2. Naturaleza química de cadena lateral (interés químico, metabólico y funcional)

• Alifáticos: Gly Ala Val Leu Ile (hidrofobia: aumenta hacia la derecha)
Pro?

• Aromáticos: Phe Trp Tyr

• Ramificados: Val Leu Ile

• Hidroxilados o con cadena lateral azufrada: Ser Thr Cys Met

• Ácidos: Asn Asp Glu Gln

• Básicos: His Lys Arg

3. Metabólica

• Gucogénicos

• Cetogénicos

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Aminoácidos. Clasificación

4. Nutricional

Nutrientes

Fenilalanina

Isoleucina

Leucina

Lisina

Metionina

Triptófano

Treonina

Valina

Histidina

a) Esenciales o indispensables (8-9):

• No pueden ser sintetizados en el organismo.

• Deben ser aportados por la dieta para mantener el balance de Nitrógeno.
Phe, Ile, Leu, Lys, Met, Trp, Thr, Val
His

b) No esenciales:

• Pueden ser sintetizados en el organismo (principalmente en hígado)
a partir de intermediarios por transaminación.

No nutrientes

Alanina

Arginina

Aspartato

Asparragina

Glutamato

Glutamina

Glicina

Prolina

Serina

Clasificación importante nutricionalmente, pero
NO supone ninguna jerarquía en su funcionalidad

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Transaminación

(un grupo amino de un AA es transferido a una molécula carbonada → AA)

COO⁻

CH₂

CH₂

H-C-NH₃⁺

COO⁻

Glutamato

+

R

C=O

COO⁻

α-cetoácido

⇌

transaminasa

PLP

COO⁻

CH₂

CH₂

C=O

COO⁻

α-cetoglutarato

+

R

H-C-NH₃⁺

COO⁻

α-aminoácido

PLP: piridoxalfosfato (vitamina B₆): cofactor

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Aminoácidos. Clasificación

4. Nutricional

c) **Condicionamente esenciales:**
Normalmente no son esenciales, en algunas circunstancias, Sí:

- Necesidades exceden la capacidad de síntesis →aportados por la dieta

- AA esencial precursor está en pequeñas cantidades:

2 AA NO esenciales que se sintetizan a partir de otros esenciales:

▪ Metionina (esencial) → Cisteína (NO esencial)

▪ Fenilalanina (esencial) → Tirosina (NO esencial)

Si disminuye [Met] o [Phe], Cys y Tyr → esenciales

- Alteraciones del metabolismo

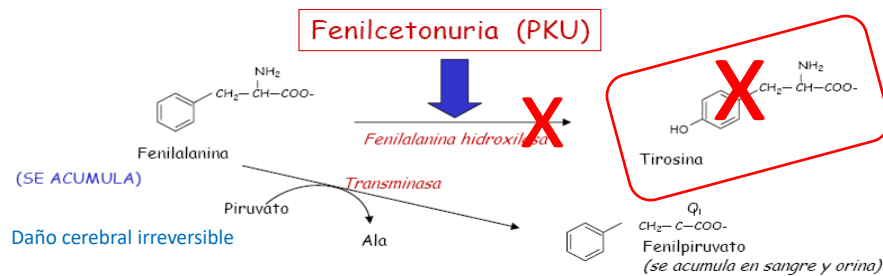
Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Alteraciones del metabolismo:

Fenilcetonuria (falta fenilalanina hidroxilasa)

Daño cerebral irreversible

TIROSINA.
Se convierte en ESENCIAL: debe ser
aportada por la dieta



Tomada de Flora Escorcía Bonilla

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Aminoácido limitante

El AA esencial que es aportado en menor cantidad en la dieta

Su falta limita la capacidad para sintetizar proteínas

Más frecuentes en la dieta:

- Lisina (principal AA limitante en cereales)
- Metionina (principal AA limitante en legumbres)
- Treonina
- Triptófano

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Digestión y absorción de proteínas

Proteínas para digestión y absorción:

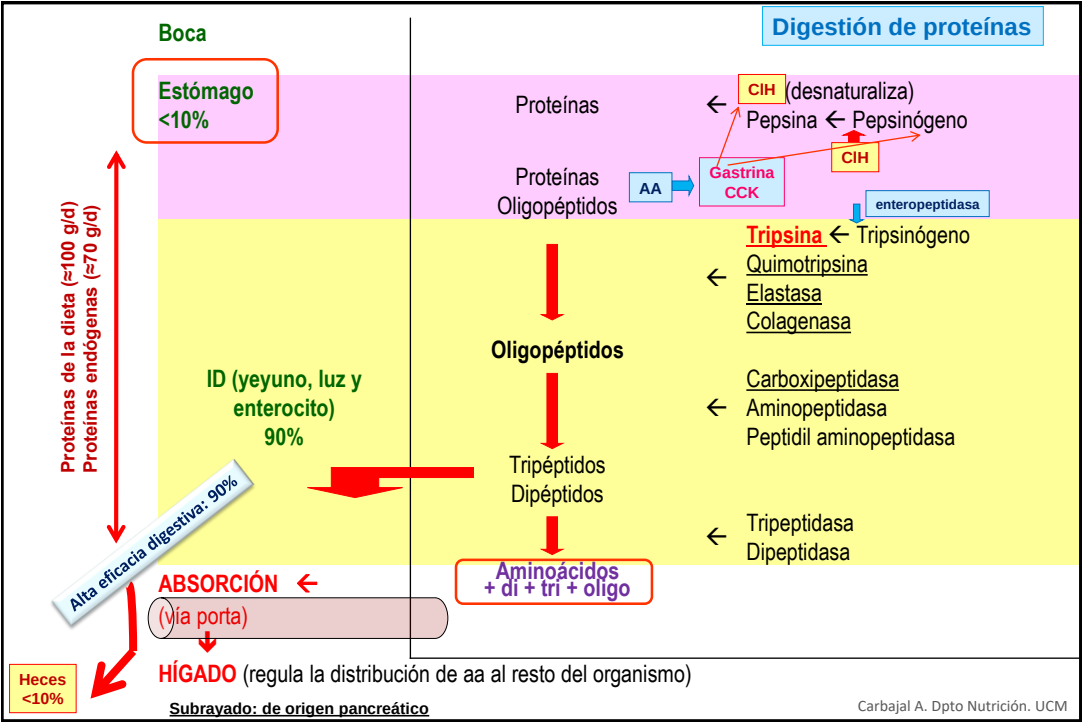
- 70-100 g/día dieta
- 20-35 g/día de secreción endógena
- 20-35 g/día de descamación intestinal

Proteínas de la dieta (≈100 g/d)
Proteínas endógenas (≈70 g/d)

1. Estómago (CIH y pepsina)
2. Luz del intestino delgado (proteasas pancreáticas solubles)
3. Borde en cepillo de enterocitos (peptidasas de membrana)
4. Citoplasma de enterocitos (peptidasas citosólicas)

- Estómago: algunos AA de proteólisis gástrica estimulan secreción:
 - CCK (→ proteasas pancreáticas)
 - Gastrina: → CIH → Pepsinógeno → pepsina
- Enzimas pancreáticos se segregan inactivos
- Numerosos enzimas y muy específicos
- Buena regulación de la secreción enzimática
- Se absorben AA y pequeños péptidos
- Transportadores de AA muy específicos
- ≈ 10% de los AA quedan retenidos en el enterocito (recambio proteico de la mucosa intestinal → más rápido y complejo del organismo)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



Absorción de proteínas

- Péptidos relativamente grandes:

Pueden pasar intactos a la célula epitelial (vía transcelular) o pasar entre células epiteliales (paracelular).

Muchos son lo suficientemente grandes → **estimular la formación de anticuerpos (reacciones alérgicas)** a alimentos (alteraciones gastrointestinales, bebés con aparato gastrointestinal inmaduro).

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Metabolismo proteico. Continua síntesis y degradación de proteínas

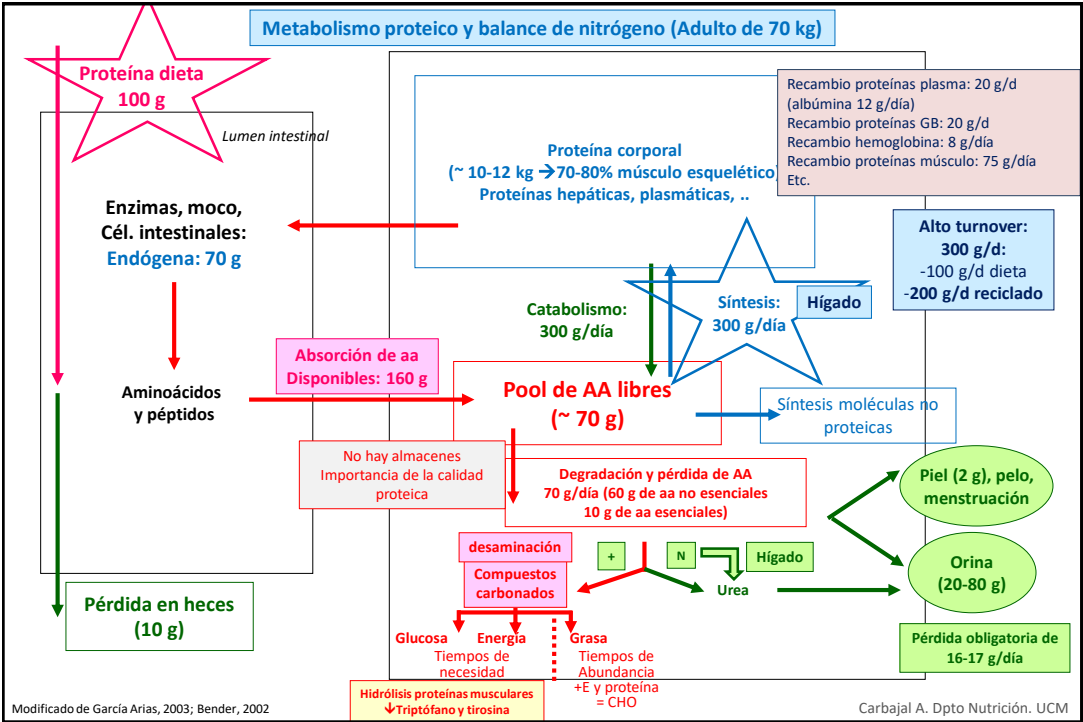
- **Hígado** → papel importante en el metabolismo proteico y de AA
- Contenido de proteína es constante, pero no estático
- No hay almacenes, pequeña reserva en sangre
- Elevado turnover (300 g/día) (IR: 40-50 g/día) → eficaz reciclado (conquista evolutiva, hubiéramos tenido que ser carnívoros)

Una vez absorbidos, los AA tienen diferentes alternativas metabólicas:

- (a) Uso (sin modificación) en síntesis de nuevas proteínas
- (b) Transformación en moléculas no proteicas
- (c) Eventualmente → degradación con fines energéticos (cuando la dieta no aporta suficiente cantidad de energía o cuando hay una ingesta proteica excesiva)

Human protein metabolism: its measurement and regulation
<https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpendo.00337.2002>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



Hipótesis de la Reina Roja

Dynamic equilibrium: The constant turnover of tissue components

-Pero ¿cómo? ¡Si parece que hemos estado bajo este árbol todo el tiempo! ¡Todo está igual que antes!
-¡Pues claro que sí! -convino la Reina-. Y, ¿cómo si no?
-En mi país –dijo Alicia, que todavía jadeaba un poco al hablar–, cuando se corre tan rápido y durante tanto tiempo, se suele llegar a alguna otra parte...”, a lo que la Reina Roja responde: “¡Un país bastante lento el tuyo! Aquí, es preciso correr mucho para permanecer en el mismo lugar y para llegar a otro hay que correr el doble de rápido”.

Lewis Carroll, Alicia a través del espejo

Este fragmento ha inspirado la hipótesis de la reina roja (Alicia y la Reina corren velozmente y siempre permanecen en el mismo sitio), una idea evolutiva según la cual las especies deben mejorar continuamente solamente con el objetivo de mantener su *statu quo* con el entorno.
A lo largo de los millones de años que lleva el ser humano evolucionando, ha tenido que adaptarse a nuevos retos, a nuevas situaciones, a nuevos adversarios y ha sido necesario que cambiase más rápido que su entorno para poder sobrevivir hasta llegar a ser los que es hoy.



Modificado de Bender, 2002

<https://www.lemiaunoir.com/hipotesis-de-la-reina-roja/>
https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2015-11-25/lewis-carroll-en-el-pais-de-las-matematicas_1107117/

All parts of the body of man experience an intimate movement that serves both to expel those molecules that can or ought no longer to compose the body, and replace them with new ones.

Magendie, 1829

Modificado de Bender, 2002

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Ayuno, inanición

Lo importante → obtener energía

(Sin energía las células mueren y sin glucosa el SN y el cerebro no funcionan correctamente)

“prioridad de destino”

Las proteínas corporales (musculares, etc.) son “sacrificadas”

La supervivencia es más importante que el crecimiento

Hay una marcada proteólisis muscular → se pierden proteínas funcionales.

La piel pierde elasticidad, el pelo se hace más fino y cae,

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Balance de nitrógeno

ingesta de comp. nitrogenados – excreción de metab. nitrogenados

Cero. No hay cambio en el contenido total de proteína corporal. Un adulto sano excreta la misma cantidad de N que la ingerida con los alimentos.

Positivo. Durante crecimiento, gestación o recuperación de pérdidas de proteína, la excreción de N es menor que la ingesta. Hay **retención de N y aumenta la cantidad de proteína corporal.**

Negativo. Después de trauma o infección o cuando la ingesta es inadecuada, hay una **pérdida de N** del cuerpo. La pérdida es mayor que la ingesta y hay **pérdida de proteína corporal.**

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Balance de nitrógeno

Ej.: Negativo

Protein loss over 10 days in response to trauma (Bender, 2002)

The catabolic loss may be 6 – 7 % of total body protein over 10 days.

	Tissue loss	Blood loss	Catabolism	Total
Fracture of femur	-	200 g	700 g	900 g
Muscle wound	500 – 750 g	150 – 400 g	750 g	1350 – 1900 g
35% burn	500 g	150 – 400 g	750 g	1400 – 1650 g
Gastrectomy	20 – 180 g	20 – 100 g	625 – 750 g	645 – 850 g
Typhoid fever	-	-	675 g	685 g

Why is there protein loss in response to trauma?

In response to trauma, acute phase proteins are synthesized. They are disproportionately rich in threonine and cysteine. This depletes tissue pools of these two essential amino acids leaving an unbalanced amino acid mixture that cannot be used for protein synthesis. These surplus amino acids are used as metabolic fuel.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Síntesis proteica

• El proceso de síntesis proteica está cuidadosamente regulado.

No todos los genes se expresan en todas las células

Ej. Los genes con información para la síntesis de insulina sólo se expresan en células pancreáticas.

La expresión de algunos genes cambia según las necesidades de la proteína para la que codifican.

El estado nutricional puede modular la expresión génica

Ej. Ingesta de Fe alta → aumenta la expresión del gen que codifica para la síntesis de ferritina → aumenta la capacidad de almacenar hierro.

Los nutrientes pueden modular cómo y cuándo se expresan los genes

Ej. La **vitamina D** modula la expresión de genes que codifican para proteínas transportadoras de calcio.

Nutrigenómica

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Funciones de las proteínas y AA

“Los nutrientes más versátiles”

• Principales constituyentes orgánicos de tejidos, órganos, células

• Crecimiento, renovación, reparación y mantenimiento de células

Adulto:

Turnover: 3-6 g de proteína / kg de peso y día → Síntesis proteica ≈ 300 g/día

↑↑↑ Células mucosa intestinal (3-4 días)

Algunas proteínas plasmáticas

Piel (unos 30 días)

↑↑ Hígado, riñón

↑ Músculo, hueso, tejido conectivo (colágeno)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

<http://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>

18

Funciones de las proteínas y AA

Semivida de algunas proteínas (Bender, 2002)

Ornithine decarboxylase	11 min
Lipoprotein lipase	1 h
Tyrosine transaminase	1.5 h
Phosphoenolpyruvate carboxykinase	2 h
Tryptophan oxygenase	2 h
HMG CoA reductase	3 h
Glucokinase	12 h
Alanine transaminase	0.7 – 1 d
Serum <u>albumin</u>	3.5 d
Arginase	4 – 5 d
Lactate dehydrogenase	16 d
Adult collagen	300 d
Infant collagen	1 – 2 d & 150 d

Quizás la mitad del colágeno del cuerpo se reemplaza en un año

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Funciones de las proteínas y AA

1. Metabólica: Fuente de AA

2. Estructurales o plásticas:

- Colágeno (hueso, tendones, cartílagos, ..)
- Queratina (piel, pelo, uñas, ..)
- Elastina (ligamentos, vasos sanguíneos, ..)
- Glucoproteínas de membranas celulares
- Histonas de los cromosomas

3. Reguladoras de procesos corporales:

- Enzimas (facilitan las reacciones químicas) (tripsina, ..)
- Hormonas (insulina, glucagón, calcitonina, hormona crecimiento, colecistoquinina, ..)
- Neurotransmisores
- Regulación del balance hídrico
- Mantenimiento del pH

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Funciones de las proteínas y AA	
Funciones específicas destacables de algunos aminoácidos (Mataix, 2002)	
Aminoácido	Funciones específicas
Ác. glutámico	Síntesis del neurotransmisor cerebral, ác. γ-amino butírico (GABA). Fundamental en reacciones de transaminación.
Alanina	Síntesis de glucosa y de urea.
Arginina	Síntesis de urea. Sustrato para síntesis de óxido nítrico y creatina.
Aspartato	Síntesis de glucosa y de urea. Síntesis de purinas y pirimidinas.
Cisteína	Antioxidante y precursor de taurina, implicada en la formación de sales biliares. Síntesis de glutathion.
Glicina	Síntesis de sales biliares. Síntesis del grupo hemo. Neurotransmisor. Síntesis de creatina.
Glutamina	Fuente de NH ₃ . Dona grupos amino en numerosas reacciones químicas. Transportador de nitrógeno en la sangre. Sustrato energético para enterocitos y células del sistema inmune.
Histidina	Precursor de histamina
Lisina	Biosíntesis de carnitina. Formación de colágeno.
Metionina	Síntesis de carnitina, colina, cistina y otros compuestos con azufre.
Fenilalanina	Precursor de tirosina. Ambos aa son precursores de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), hormonas tiroideas (tiroxina), dopamina, ...
Serina	Constituyente de fosfolípidos y de esfingosina.
Triptófano	Precursor de serotonina (neurotransmisor cerebral) y niacina o ácido nicotínico.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Funciones de las proteínas y AA
4. <u>Defensa</u> (inmunoglobulinas, factores de la coagulación, trombina, fibrinógeno, interferón, complemento, interleuquinas, ...) 5. <u>Transporte</u> (albúmina, hemoglobina, transferrina, apoproteínas, DBP, RBP, proteínas de la membrana celular: transporte a través de ella, ..) 6. <u>Reserva, almacenamiento</u> (ferritina, mioglobina, ..) 7. <u>Mecánicas</u> (proteínas contráctiles o móviles: actina y miosina) 8. <u>Pigmentos visuales</u>, ... 9. <u>Genética</u>. Las características hereditarias dependen de las características de las nucleoproteínas. 10. <u>Energética</u> (4 kcal/g): Cuando faltan CHO en la dieta o en ayuno Cuando las proteínas se comen en exceso, no pueden almacenarse

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid