



# Aminoácidos y proteínas en alimentos: necesidades nutricionales y valor nutritivo

<b>Apellidos, nombre</b>	Cardona Serrate, Fernando (fcardona@tal.upv.es)
<b>Departamento</b>	Departamento de Tecnología de Alimentos
<b>Centro</b>	E.T.S. de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural Universitat Politècnica de València



## 1 Resumen de las ideas clave

Este artículo docente comienza con una descripción de la biología y fisiología de proteínas y aminoácidos, clasificando los aminoácidos como esenciales, no esenciales y condicionales. Posteriormente se establecen los requisitos nutricionales para estos nutrientes y cómo se pueden cumplir, atendiendo a la calidad de las proteínas y su digestibilidad, es decir, a su valor nutritivo.

## 2 Objetivos

Tras leer este documento con detenimiento el alumno será capaz de:

- Describir adecuadamente los tipos de aminoácidos en función de esencialidad o no, y de su catabolismo.
- Explicar el significado del valor biológico de las proteínas.
- Utilizar los conocimientos adquiridos para explicar las necesidades nutricionales de proteínas y aminoácidos, así como las consecuencias de sus carencias.

## 3 Introducción

Las **proteínas** son la **fuentes** más abundante de **nitrógeno** más abundante en la dieta y en el cuerpo. Son uno de los cuatro tipos de biomoléculas complejas presentes en las células y tejidos, junto a los ácidos nucleicos, los polisacáridos y los lípidos. Las proteínas se sintetizan por polimerización de los **aminoácidos** a través de **enlaces peptídicos**, y pueden contener más de una cadena polipeptídica (proteínas multiméricas) que se denominan subunidades. El **crecimiento**, la **reparación** y el **mantenimiento del organismo** dependen de las funciones de las proteínas.

Las unidades estructurales que forman las proteínas son los **aminoácidos**, que se mediante **traducción** a partir de la secuencia codificada en el ácido ribonucleico (ARN), que a su vez se sintetiza de acuerdo a la secuencia de ácido desoxirribonucleico (ADN). Cada tres nucleótidos (tripleto o **codón**) de ADN sintetizan un aminoácido, que se traduce en proteína según el **código genético**. El Proyecto Genoma Humano reveló que el genoma humano consta de solo 30.000 genes, mientras que hay **cientos de miles** de proteínas, responsables de las características y singularidad de cada ser humano. Esto abre un nuevo campo de investigación en nutrición, la **nutrigenómica**, que estudia cómo la nutrición y la genómica interactúan para influir en la salud.

Las proteínas y los aminoácidos cumplen **numerosas funciones**, y algunos varias a la vez. No es sorprendente, por lo tanto, que **ingestas inapropiadas** de proteínas y aminoácidos tengan **consecuencias** importantes en las **funciones** del organismo, así como en la **salud y bienestar** del individuo.

## 4 Desarrollo. Aminoácidos y proteínas en la nutrición humana.

### 4.1 Los aminoácidos

Los aminoácidos son moléculas de bajo peso molecular formados por C, H, O, N y S, y los que forman parte de las proteínas son  $\alpha$ -aminoácidos, es decir, el grupo **amino** (-NH<sub>2</sub>) y el **carboxilo** (-COOH), están unidos al **carbono central** o **C $\alpha$** . (Figura 1). Pueden tener otros grupos sustituyentes en las **cadena laterales** o **radicales** (R), que van a determinar sus características físico-químicas, es decir su carácter hidrófobo o hidrófilo, polar o apolar, y ácido o básico. La R puede ser desde un solo H hasta una cadena carbonada compleja con grupos funcionales.

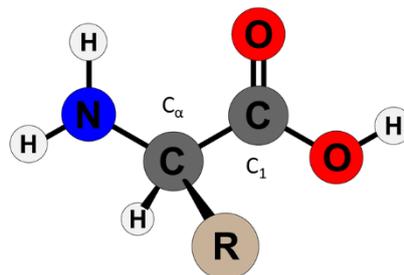


Figura 1. Estructura general de un aminoácido. Modificado de Wikimedia Commons.

Los grupos ácido y amino forman el **enlace peptídico** que une los **aminoácidos** para formar cadenas polipeptídicas lineales, mientras las **cadena laterales** confieren las **propiedades físico-químicas** características de cada tipo de aminoácido. Además, algunas características de las cadenas laterales son críticas para sus funciones metabólicas y fisiológicas que pueden ser diferentes las que tienen los aminoácidos libres respecto al mismo aminoácido formando parte de proteínas. Estas funciones son reflejo de sus propiedades químicas o interrelaciones metabólicas específicas. Ejemplos de ello son la facilidad de la metionina para donar grupos metilo o la del grupo amida de glutamina para servir como fuente de nitrógeno para la síntesis de pirimidinas. Alanina, glutamato y glutamina son un nexo de unión entre el metabolismo de carbohidratos y proteínas, permitiendo que los aminoácidos ramificados funcionen como combustible cuando sea necesario.

Algunos aminoácidos y compuestos nitrogenados **derivan de otros aminoácidos**. La creatina puede formarse a partir de glicina, arginina y metionina y sirve como mecanismo de transducción energético intracelular. La dopamina se forma a partir de tirosina y tiene función como neurotransmisor. La ornitina se puede formar a partir de glutamato y actúa como intermediario en el ciclo de la urea y como precursor de las poliaminas espermina y spermidina, necesarias para el empaquetamiento del ADN.

Otros aminoácidos aparecen en las proteínas a través de una **modificación postraduccional** específica de un aminoácido, que se introduce durante la síntesis de la cadena polipeptídica (traducción).

Además, los **aminoácidos libres** tienen múltiples funciones reguladoras relacionadas con la salud y la enfermedad. En general, estas funciones no proteicas de los aminoácidos cumplen funciones importantes en el mantenimiento de **funciones inmunes y otras funciones protectoras, digestivas, cognitivas y neuromusculares**. Por ejemplo, la glicina tiene funciones antiinflamatorias, inmunomoduladoras y citoprotectoras. La cisteína tiene



un papel en la regulación de la síntesis de glutatión y por lo tanto en la protección contra el daño oxidativo. La arginina es precursora del óxido nítrico, con funciones vasodilatadoras, además de estimular la liberación de algunas hormonas como la insulina y la hormona del crecimiento. También vale la pena señalar que **estas funciones** son ejercidas principalmente por **aminoácidos no esenciales**, por lo que la vía de **síntesis de novo** y la cantidad aportada en la **dieta** de estos aminoácidos o sus precursores son importantes en la modulación de estas condiciones fisiológicas y fisiopatológicas.

## 4.2 Clasificación de los aminoácidos desde el punto de vista nutricional

### 4.2.1 Aminoácidos esenciales

Los aminoácidos esenciales (Tabla 1) son aquellos que **el organismo no puede sintetizar** a partir de materiales normalmente disponibles y a velocidad acorde con las demandas del propio organismo para su crecimiento y mantenimiento. Esto implica, por lo tanto, que la única fuente de estos aminoácidos es la ingesta en la dieta.

No todos los aminoácidos son esenciales para todos los organismos ni en todos los momentos del desarrollo. Hay **8 aminoácidos esenciales** para los seres humanos, **9 si se incluye la histidina** (tabla 1), que en realidad solo es esencial en la infancia. La arginina puede ser esencial en los niños muy pequeños, ya que los requerimientos pueden ser mayores que la capacidad del organismo para sintetizar este aminoácido.

Los aminoácidos que contienen azufre (metionina y cisteína) pueden convertirse el uno en el otro, por lo que solo es necesario incluir en la dieta uno de ellos. También la fenilalanina y la tirosina son interconvertibles, o la arginina con la ornitina y la, y se considera una única fuente de aminoácidos nutricionalmente equivalentes (solo es necesario ingerir uno de ellos).

En mamíferos no humanos, la lista de los aminoácidos esenciales puede ser considerablemente distinta. Por ejemplo, la taurina es esencial para los gatos, y casi ningún animal (incluido el ser humano) puede sintetizar lisina.

Los **requisitos** para **aminoácidos esenciales** pueden definirse como el nivel más bajo de ingesta que logra mantener el equilibrio de nitrógeno o la pérdida oxidativa irreversible del aminoácido, sin requerir cambios importantes en el recambio normal de proteínas y con equilibrio energético con un nivel físico moderado de actividad física. Para bebés, niños, y mujeres embarazadas o lactantes, los requisitos incluirían las proteínas de la leche.

Los síntomas de **carencias de aminoácidos** pueden ser nerviosismo, fatiga, mareo, pérdida de cabello, uñas secas y quebradizas, disminución de la masa muscular, aumento del apetito, reducción de la función inmunológica, pérdida de densidad ósea e hinchazón. La deficiencia de aminoácidos esenciales es distinta de la malnutrición por deficiencia de proteínas, que se manifiesta como marasmo o enfermedad de kwashiorkor, es decir, con síntomas de malnutrición generalizada.

### 4.2.1 Aminoácidos no esenciales

Se llama aminoácidos no esenciales (Tabla 1) a todos los aminoácidos que el organismo puede sintetizar por sí mismo, y que por lo tanto no precisan de una ingesta directa en la dieta.

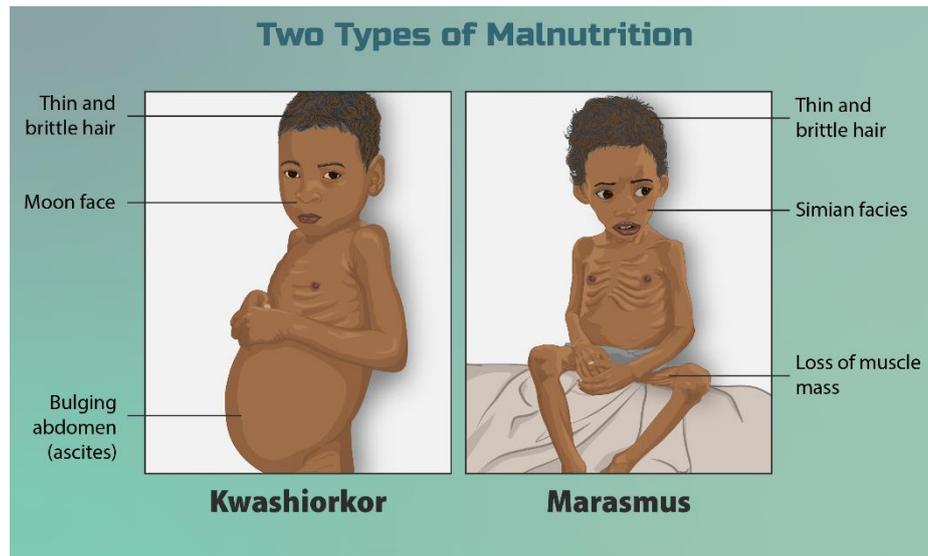


Figura 2. El kwashiorkor y el Marasmo. Fuente: Wikimedia Commons.

Esenciales	No esenciales	Condicionales
Histidina (His, H)	Alanina (Ala, A)	Arginina (Arg, R)
Isoleucina (Ile, I)	Asparagina (Asn, N)	<b>Cisteína (Cys, C)</b>
Leucina (Leu, L)	Aspartato (Asp, D)	Glicina (Gly, G)
Lisina (Lys, K)	Glutamato (Glu, E)	Glutamina (Gln, Q)
Metionina (Met, M)	Serina (Ser, S)	Prolina (Pro, P)
Fenilalanina (Phe, F)		Tirosina (Tyr, Y)
Treonina (Thr, T)		Taurina*
Triptófano (Trp, W)		Ornitina*
Valina (Val, V)		Citrulina*

Tabla 1. Clasificación de los aminoácidos desde el punto de vista de la nutrición humana. Se indica entre paréntesis la nomenclatura de 3 y 1 letra. Se marcan con \* los a que no forman parte de proteínas, pero con valor nutricional en determinadas situaciones, Modificado de Gibney M., et al. 2009.

#### 4.2.1 Aminoácidos condicionales

Son aquellos aminoácidos que por lo general no son esenciales, pero en determinadas situaciones, como enfermedad o estrés, pueden serlo. Para estos aminoácidos existen

limitaciones en la velocidad a la que pueden ser sintetizados, debido a que su síntesis requiere otro aminoácido como precursor, o porque solo algunos tejidos pueden sintetizarlos, y además en cantidades limitadas. De esta forma, la demanda metabólica de estos aminoácidos puede superar la velocidad biosintética del organismo, pasando a ser esenciales, es decir, debiendo ingerirse en la dieta.

### 4.3 Clasificación de los aminoácidos según su metabolismo

En períodos de ayuno, el esqueleto carbonado de los aminoácidos puede utilizarse como fuente de energía. Según su catabolismo los aminoácidos se clasifican en:

- **Glucogénicos**, que son los que generan piruvato o intermediarios del ciclo de Krebs como  $\alpha$ -cetoglutarato o oxaloacetato. Son Glicina, Serina, Valina, Histidina, Arginina, Cisteína, Prolina, Alanina, Glutamato, Glutamina, Aspartato, Asparagina y Metionina.
- **Cetogénicos**, que generan sólo acetyl-CoA o acetoacetyl-CoA (que pueden dar ácidos grasos o cuerpos cetónicos). Son Isoleucina, Treonina, Fenilalanina, Tirosina y Triptófano.
- **Glucogénicos y cetogénicos** cuando presentan los dos tipos de catabolismos. Son Leucina y Lisina.

### 4.4 Las proteínas

Cuando un alimento contiene proteínas con **todos o muchos de los aminoácidos esenciales**, se dice que son de proteínas de **alto valor biológico**.

Además del contenido en aminoácidos esenciales, es importante también tener en cuenta la **digestibilidad** de las proteínas. El valor biológico junto a la digestibilidad, determinan la **calidad de las proteínas**.

En cuanto al **contenido en aminoácidos esenciales** de los alimentos, puede decirse que los alimentos con todos los aminoácidos esenciales (alto valor biológico) son los de origen animal: los huevos y los lácteos (sobre todo) y también carnes y pescados. Las proteínas de origen vegetal, a excepción de la de soja, no cubren las necesidades proteicas del ser humano, ya que son deficientes en uno o dos aminoácidos esenciales. Sin embargo, también se pueden combinar las proteínas vegetales (por ejemplo, legumbres y cereales integrales) para obtener todos los aminoácidos esenciales. Cerca del 20% del contenido nitrogenado de la leche está en forma de nitrógeno no proteico (por ejemplo, urea). Las proteínas de raíces vegetales tienen un 50% de su contenido nitrogenado en forma de péptidos pequeños y aminoácidos libres, especialmente glutamina y asparragina. Los cereales y nueces suelen ser deficientes en lisina, y algunas veces, también en triptófano. Las leguminosas, muy importantes en la elaboración de alimentos concentrados en proteínas, son deficientes en aminoácidos azufrados.

En cuanto a los **requerimientos nutricionales** de proteínas, un individuo medio (país desarrollado) contiene una cantidad aproximada de 11-12 kg de proteínas corporales, de las cuales, el 40% están en el tejido muscular. Aproximadamente, el 2% de esa cantidad (240g) es hidrolizada y resintetizada cada día, por lo que se requiere que cada 24 horas se aporten con este fin unos 260g de aminoácidos. De esta cantidad, sólo aproximadamente la sexta parte tiene obligatoriamente que proceder de la dieta, ya que es la cantidad de aminoácidos de las proteínas endógenas que no son reutilizados.



Así pues, los requerimientos proteicos de los individuos adultos (en los países desarrollados) recomendados por la FAO/WHO se han establecido en 0,8g/kg de peso corporal/día (unos 60g diarios de media). Sin embargo, los gobiernos de Alemania y Australia los han estimado en 1g/kg/día (unos 72g). Como puede observarse, en los países desarrollados la ingesta es siempre superior a los requerimientos, por lo que no se observan deficiencias.

En situaciones de **malnutrición proteica** (países en desarrollo), se produce una enorme pérdida muscular y una gran disminución de la concentración de proteínas plasmáticas, especialmente, albúmina. La disminución de la albúmina plasmática lleva consigo una caída de la presión osmótica sanguínea, lo que ocasiona extravasaciones masivas de líquido plasmático hacia los espacios intersticiales, provocando importantes edemas en diferentes partes del cuerpo, como en la región ventral, notablemente hinchada en los niños que padecen kwashiorkor o marasmo (Figura 2).

## 5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto los aminoácidos y las proteínas desde el punto de vista nutricional, abordando los conceptos de esencialidad y valor biológico, y utilizando para su clasificación. Posteriormente se han utilizado los conocimientos adquiridos para establecer necesidades nutricionales de estos nutrientes, así como para explicar las consecuencias de las posibles carencias.

## 6 Bibliografía

### 6.1 Referencias de fuentes electrónicas:

-Wikipedia. <https://es.wikipedia.org>

-Wikimedia Commons. [https://commons.wikimedia.org/wiki/Main\\_Page](https://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page)

### 6.2 Referencias de libros:

Gibney, M.J., Lanhan-New, S.A., Cassidy, A., Vorster, H.H. Introduction to human nutrition. 2ed., Wiley, 2009. ISBN 1405168072

### 6.3 Referencias de apuntes:

Apuntes de Nutrición y Dietética Industrial. Javier Martínez Monzó. (Poliformat, no publicado)