

Las proteínas, ¿qué son y cómo son?

Las proteínas son los principales componentes de la estructura de los tejidos corporales. Los músculos y los órganos están formados por proteínas que son necesarias para su crecimiento y desarrollo y para el mantenimiento y reemplazo de los tejidos gastados o dañados. Se encuentran en todas las partes de la célula porque, además de formar su estructura, son indispensables en las funciones celulares; de hecho, el que existan numerosas clases de proteínas asegura que estas puedan realizar muchas actividades biológicas diferentes, puesto que es su forma tridimensional la que determina que puedan realizar una u otra función.

Las proteínas que necesitamos las obtenemos de los alimentos de origen vegetal y animal. Además de su función esencial, y muy bien conocida, de proporcionar los aminoácidos necesarios para que el organismo produzca sus propias proteínas, también pueden ejercer efectos positivos sobre la salud, evitando o reduciendo el riesgo de padecer determinadas enfermedades. También son la base de muchas de las características que hacen que los alimentos sean agradables, especialmente de su textura, por lo que contribuyen decisivamente a su calidad.

La población mundial aumenta rápidamente y se enfrenta con limitaciones en cuanto a la tierra, el agua y los

recursos alimentarios, por lo que resulta más importante que nunca definir exactamente la cantidad y calidad de proteína que se requiere para cubrir las necesidades nutricionales y permitir un estado óptimo de salud, y, también, describir de qué modo se puede satisfacer con los alimentos de los que disponemos. Cuando la producción de proteínas animales llegue a su máxima capacidad, será imprescindible usar mejor y de manera más eficiente las fuentes de proteína nuevas o alternativas, con un impacto más positivo en la salud humana, el medio ambiente y la biodiversidad. Solo así se podrá aumentar la calidad de estos elementos esenciales para la vida, así como la sostenibilidad de su producción y uso.

Los elementos básicos de las proteínas son los aminoácidos, compuestos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno que contienen, como su nombre indica, un grupo amino y un grupo carboxilo (ácido). De hecho, son todos iguales, excepto por una cadena lateral que les proporciona sus características particulares, lo que da lugar a la existencia de 20 aminoácidos diferentes. Esta cadena varía en tamaño, forma y composición, ya que, además de carbono e hidrógeno, puede contener, en distintas proporciones, oxígeno, nitrógeno o azufre. La unión ordenada de aminoácidos, mediante enlaces que se establecen entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente, forma el esqueleto de la proteína, que puede llegar a tener centenares de aminoácidos.

Cada proteína está caracterizada por una secuencia ordenada de aminoácidos, por lo que su composición y su longitud y, por lo tanto, su peso son específicos de cada una. Para complicar más las cosas, hay proteínas que, además de aminoácidos, tienen otros componentes: por ejemplo, lípidos, y se llaman entonces lipoproteínas, como las que transportan el colesterol en la sangre, o glúcidos, y se llaman glicoproteínas, como, por ejemplo, las inmunoglobulinas, anticuerpos que nos ayudan a protegernos de virus, bacterias y parásitos).

Es fundamental tener en cuenta que todas las características de las proteínas, que están condicionadas por su secuencia

de aminoácidos, por la presencia de otros elementos orgánicos o inorgánicos en su composición y por la forma tridimensional que adoptan, son específicas de cada una y responsables de sus funciones biológicas, importantísimas y muy diversas. Así, conocemos las proteínas que actúan como enzimas, que son las encargadas de facilitar y acelerar las reacciones químicas que ocurren en el interior de las células (reacciones a las que se denomina rutas metabólicas). Un ejemplo es la hexoquinasa, presente en prácticamente todos los seres vivos, que añade grupos fosfato a las moléculas de glucosa y abre la vía principal por la que las células pueden obtener energía. Algunas cumplen una función de reserva, como la ovoalbúmina de la clara de huevo, que almacena aminoácidos como elementos nutritivos para el desarrollo del embrión del pollo; de transporte, que, como la hemoglobina, llevan el oxígeno en la sangre; o que, como los anticuerpos antes mencionados, realizan una función protectora o defensiva. También son fundamentales las que actúan como hormonas, como la insulina o la hormona del crecimiento. Algunas ejercen funciones estructurales únicas, como el colágeno, que forma huesos y tendones y une grupos de células para formar los tejidos, o la queratina de uñas y plumas. Otras, como la actina y la miosina, son elementos básicos para la contracción de los músculos y el movimiento.

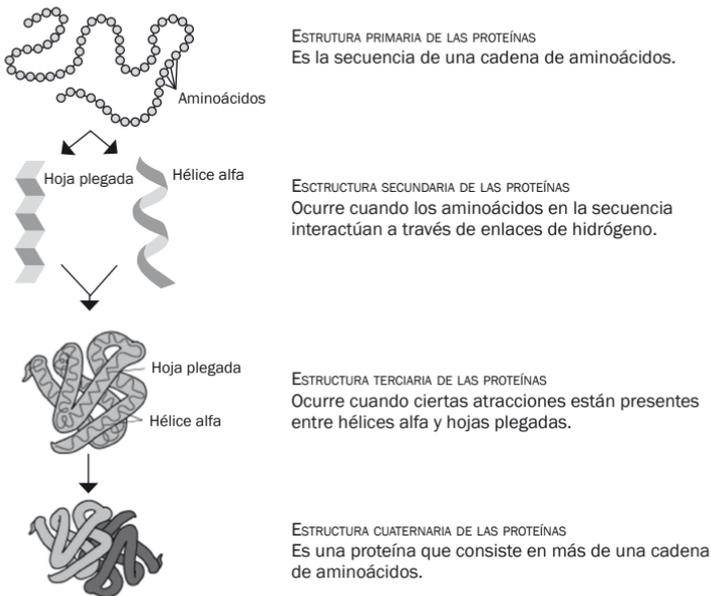
Puede parecer asombroso, sin duda, que tal variedad de funciones esenciales sea ejercida por compuestos que comparten los mismos 20 aminoácidos. Es la secuencia de estos aminoácidos, el modo en el que están ordenados, lo que determina la estructura tridimensional de la proteína de la que depende que esta pueda realizar una u otra función.

Como se muestra en la figura 1, en primer lugar, el esqueleto de aminoácidos, que forma el nivel más básico de la estructura de una proteína y se conoce como estructura primaria, se dispone espacialmente a lo largo de una dirección, dando lugar a cadenas ordenadas paralelamente a un eje, formando fibras o láminas. A esta disposición axial se le denomina estructura secundaria y es típica de las proteínas

fibrosas, como el colágeno o la queratina, que forman largos filamentos enrollados (hélice α) o dispuestos en zig-zag como un acordeón (hoja plegada o lámina β). Estas cadenas pueden curvarse para dar lugar a una estructura más compleja, más cerrada, esférica y compacta, conocida como estructura terciaria, que es típica de las proteínas globulares, como las enzimas. Finalmente, y dado que la mayoría de las proteínas grandes, ya sean fibrosas o globulares, contienen más de una cadena de aminoácidos, el último nivel de estructura, la cuaternaria, se refiere a la disposición en el espacio de esas cadenas o subunidades. A la combinación de las estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria de una proteína se le llama conformación tridimensional y está estrechamente ligada a su función biológica específica y a su actividad.

FIGURA 1

Representación de los niveles de estructura de las proteínas.



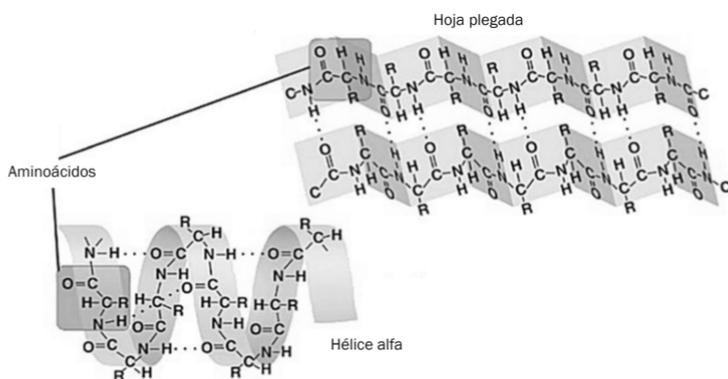
FUENTE: TOMADA DE [HTTP://WWW.GENOME.GOV/](http://www.genome.gov/)

La transformación de una cadena de aminoácidos en una conformación tridimensional concreta se produce a través de interacciones entre esos aminoácidos, en las que desempeñan un papel fundamental las cadenas laterales de diferente tamaño, forma y composición que los diferencian. De este modo, para que algunas proteínas fibrosas puedan enrollarse a lo largo de un eje o plegarse en forma de láminas, deben formarse enlaces de hidrógeno entre los elementos de la cadena que mantengan unidas las vueltas consecutivas de la hélice o la estructura de la lámina (figura 2).

La presencia de aminoácidos con cadenas laterales muy grandes o voluminosas, o con varios grupos cargados positivamente o negativamente, que se repelan mutuamente, impide la formación de esos enlaces, por lo que la proteína adoptará una forma anárquica e irregular. Por el contrario, la presencia de aminoácidos con cadenas laterales que contengan azufre permite la formación de enlaces azufre-azufre que contribuirán a la unión.

FIGURA 2

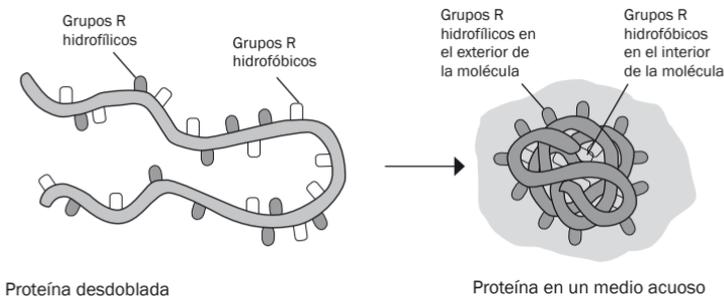
Representación de la estructura secundaria de las proteínas y su estabilización mediante enlaces de hidrógeno. Con la letra R se representan las cadenas laterales de los aminoácidos.



A diferencia de la estructura relativamente sencilla de las proteínas fibrosas, las proteínas globulares adoptan conformaciones tridimensionales compactas que les permiten desempeñar actividades biológicas muy especializadas. Como señalábamos antes, es el modo en el que están colocados los diferentes aminoácidos en el esqueleto básico lo que determina los rasgos distintivos de la estructura. Así, para que pueda adoptarse una forma apretada, es necesario que quede muy poco espacio en el interior ocupado por moléculas de agua. Esto obliga a que los aminoácidos con cadenas laterales que tengan una escasa afinidad con el agua (aquellos que no son solubles en agua, los aminoácidos hidrofóbicos) se localicen hacia el interior para protegerse de ella. Por su parte, los aminoácidos con cadenas laterales que tengan afinidad con el agua (los hidrofílicos), deben localizarse en la superficie externa, como se esquematiza en la figura 3.

FIGURA 3

Ilustración del cambio de forma de las proteínas para permitir que, en disolución acuosa, los aminoácidos con cadenas laterales (grupos R) hidrofílicas (gris oscuro) interactúen con el agua, mientras que los aminoácidos con cadenas hidrofóbicas (gris más claro) queden protegidos en su interior.



Aunque las características básicas de las proteínas globulares son comunes a todas, cada una tiene un modo diferente de plegarse. Cada proteína posee una estructura terciaria

distinta y puede mantener una proporción de estructura secundaria variable, lo que, en conjunto, define su función. Por ejemplo, en el caso de las enzimas, su capacidad de unión a un sustrato específico, que permite que solamente se realice un tipo de reacción, sin reacciones laterales ni subproductos, depende de que la forma tridimensional de la enzima permita al sustrato acomodarse en su lugar activo.

Por este motivo, cualquier modificación en la estructura de las proteínas puede afectar a su función. De modo general, la exposición de las proteínas al calor, a presiones elevadas, a pH extremos o a agentes químicos, que destruyan los enlaces entre los distintos elementos de la cadena o los puentes entre átomos de azufre, puede deshacer su estructura y dar lugar a una conformación desplegada (figura 4). Es lo que se conoce como desnaturalización y va acompañada de la pérdida de la actividad biológica.

FIGURA 4

Representación esquemática de la desnaturalización de la β -Lactoglobulina (β -Lg) en disolución acuosa. Se trata de la proteína más importante del suero de la leche y, a pH neutro, es un dímero compuesto por dos subunidades. Inicialmente evoluciona hacia un estado semidesnaturalizado, correspondiente a una estructura no totalmente desplegada, que precede a la desnaturalización irreversible.



FUENTE: ADAPTADA, CON PERMISO, DE V. ORLIEN ET AL.: "IN SITU MEASUREMENTS OF pH CHANGES IN β -LACTOGLOBULIN SOLUTIONS UNDER HIGH HYDROSTATIC PRESSURE, *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 55, 4422-4428. COPYRIGHT (2007) AMERICAN CHEMICAL SOCIETY.

En algunos casos, las proteínas pueden recuperar espontáneamente su conformación nativa (la que tenían antes de desnaturalizarse), aun después de un desplegamiento completo, si se restauran sus condiciones normales de actuación

en cuanto a temperatura, pH, etc. En otros casos, el repliegamiento y la recuperación de la actividad biológica ya no son posibles, aunque se ha visto que algunas proteínas desnaturalizadas pueden presentar diversas aplicaciones en la industria alimentaria. Del mismo modo, la ruptura del esqueleto básico, escindiendo las uniones entre aminoácidos, ya sea al azar, mediante degradación química, ya sea destruyendo determinados enlaces con enzimas proteolíticas, puede liberar, además de aminoácidos individuales, fragmentos de proteína de menor tamaño que se denominan péptidos y pueden presentar nuevas propiedades muy interesantes.

Las proteínas desempeñan, en todas las células y tejidos, funciones clave para mantenernos vivos y sanos, y se reconocen desde siempre como uno de los nutrientes esenciales que deben ser consumidos en cantidad y calidad adecuadas. Por esas razones, una opinión pública cada vez más consciente del impacto de la dieta en su bienestar, reflexiva respecto a la relevancia de la formación de hábitos saludables y exigente en la calidad de los productos, seguramente necesitará información sobre estas protagonistas de nuestra alimentación. Este libro trata de la importancia de las proteínas en la nutrición, la salud y la calidad de los alimentos, y de cómo su gran diversidad funcional depende de su construcción química y de su complejidad estructural.