

Pág. 61

PARA COMENZAR

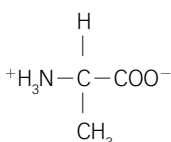
- Porque las fibras de colágeno forman parte de los tejidos conectivos que unen a los otros tejidos y así mantienen y dan forma a nuestro cuerpo.
- Se sintetiza en células del tejido conectivo de nuestro cuerpo, especialmente en los fibroblastos, que la segregan a la matriz extracelular que las envuelve.
- Es una proteína constituida por la unión de tres hélices filamentosas formadas por tres tipos de aminoácidos: prolina, glicina e hidroxiprolina.
- Las fibras de colágeno se caracterizan por su flexibilidad y su resistencia a la tracción.
- Los aminoácidos son compuestos orgánicos que constituyen las proteínas.
- R. M. Son 20 los aminoácidos que constituyen las proteínas. Los aminoácidos esenciales son aquellos que resultan vitales para el organismo y que este no puede sintetizar, por lo tanto, hay que ingerirlos en la dieta. Algunos ejemplos pueden ser la leucina, el triptófano, la metionina, la lisina...
- Las proteínas tienen función estructural, de reserva, de transporte, enzimática, contráctil, hormonal, de defensa e, incluso, homeostática.

Pág. 62

- 1 Los componentes son los aminoácidos y el enlace que los une es el enlace peptídico.
- 2 Todos los aminoácidos tienen un carbono asimétrico llamado α , menos la glicina. La isoleucina y la treonina tienen además un segundo carbono asimétrico.

Pág. 64

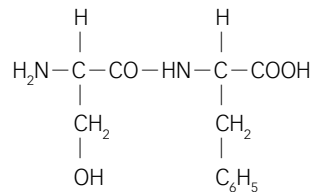
- 3 No, la disposición D o L es independiente de la actividad óptica. Es decir, tanto un D-aminoácido como un L-aminoácido pueden ser levógiros o dextrógiros.
- 4 Que puede comportarse como ácido y como base. Esto significa que, a partir de un pH determinado, diferente según el tipo de aminoácido, si el medio se hace básico, se comporta como un ácido y libera iones hidrógeno (H^+) que neutralizan el exceso de basicidad; en cambio, si el medio se acidifica, se comporta como una base y capta iones hidrógeno (H^+), dicho de otro modo, libera iones hidroxilo (OH^-), así neutralizan el exceso de acidez.
- 5 A pH 6 la alanina estará en su forma dipolar.

**SABER HACER**

- 6 R. M. La formación de un compuesto amarillo tras la adición de ácido nítrico es indicativo de la presencia de aminoácidos con cadenas cíclicas. Según esto, este tipo de aminoácidos están presentes en la clara de huevo y en la leche. El hidróxido amónico se añade para confirmar los resultados anteriores, por lo tanto, es positivo tanto en la clara de huevo como en la leche. En la clara de huevo podemos encontrar fenilalanina, y en la leche, fenilalanina y tirosina. Todos ellos son aminoácidos esenciales. La disolución de glicina se emplea, en este caso, como control negativo dado que la glicina no contiene cadena cíclica y, por lo tanto, ha de dar negativo. Por el contrario, la disolución de tirosina se emplea como control positivo; la tirosina contiene una cadena cíclica y, por tanto, ha de dar positivo. Es importante probar también con el agua para comprobar que no hay interferencias, ya que las disoluciones anteriores se han hecho en este medio.

Pág. 65

- 7 Los aminoácidos se asocian de forma que el grupo carboxilo del primer aminoácido se une con el grupo amino del segundo aminoácido. De esta forma, en una cadena polipeptídica, el extremo con el grupo amino del carbono α libre corresponde al primer aminoácido, y el extremo con el grupo carboxilo del carbono α libre corresponde al último aminoácido.



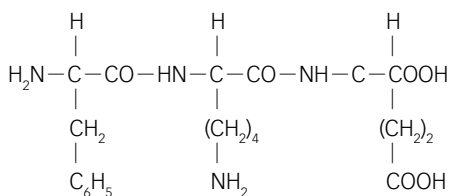
Dipéptido Ser-Phe

- 8 En el polipéptido intervienen nueve aminoácidos, por lo tanto, habrá ocho enlaces peptídicos en los que se ha liberado una molécula de agua por enlace. El peso molecular del oligopéptido es:
 $4 \cdot (\text{PM de la alanina} = 89) + 3 \cdot (\text{PM de la valina} = 117) + 2 \cdot (\text{PM de la glicina} = 75) - 8 \cdot (\text{PM del agua} = 18) = 713 \text{ daltons}$

SABER HACER

- 9 R. M. La coloración violeta en las muestras tratadas con hidróxido sódico nos indica la presencia de más de un enlace peptídico, por lo tanto, podemos concluir que las muestras con resultado positivo (la clara de huevo, la leche y la albúmina) contienen proteínas. La glicina da Biuret negativo, ya que no presenta ningún enlace peptídico al ser un aminoácido aislado. La prueba con agua es necesaria para confirmar que el medio con el que se han efectuado las disoluciones no genera interferencias en los resultados de la práctica.

- 10 a) «Lys», «H₂N-Met-Ala-Arg-COOH» y «H₂N-Met-Val-COOH».
 b) El péptido resultante hay que leerlo manteniendo la dirección de unión de los aminoácidos, empezando por el extremo N-inicial. El resultado de tratar este péptido con tripsina será: «H₂N-Phe-Lys-COOH», «N₂H-Cys-Met-Arg-COOH» y «Lys».
- 11 El primer aminoácido puede ser fenilalanina (Phe) o alanina (Ala); el segundo puede ser lisina (Lys) o histidina (His), y el tercero tan solo puede ser el ácido glutámico (Glu). Por lo tanto, existen varios tripéptidos según los aminoácidos elegidos para las dos primeras posiciones. Un ejemplo puede ser el tripéptido Phe-Lys-Glu:



Tripéptido Phe-Lys-Glu

- 12 Los enlaces de hidrógeno, también denominados puentes de hidrógeno.

- 13 Temperaturas superiores a 50 °C provocan la rotura de los enlaces débiles que mantienen la estructura terciaria de las proteínas. La rotura de estos enlaces provoca la desnaturalización de la proteína o pérdida de su estructura terciaria. En muchos casos, esta pérdida de estructura conlleva una pérdida de funcionalidad, por lo que, por ejemplo, las enzimas dejarían de actuar correctamente llevando a errores en el sistema que pueden hacer imposible la vida del individuo. Los enlaces disulfuro necesitan de mayor temperatura para romperse, unos 150 °C.

- 14 Los enlaces covalentes fuertes, denominados puentes disulfuro, y los enlaces débiles, como los enlaces de hidrógeno, las interacciones iónicas, las fuerzas de Van der Waals y las interacciones hidrofóbicas.
- 15 Enlaces débiles del mismo tipo que los enlaces débiles que mantienen la estructura terciaria globular. En ocasiones, también pueden presentarse unidas por enlaces covalentes (tipo puentes disulfuro), como en la insulina.

SABER HACER

- 16 R. M. En las tres disoluciones de clara de huevo, leche y albúmina todas las reacciones son positivas. Esto nos indica que todas ellas contienen proteínas que por efecto

de cambios de pH (adición de ácido HCl o base NaOH), de concentración en el medio (adición de NaCl saturado), de adición de líquidos apolares solubles en agua (acetona) y de temperatura pierden su estructura globular y precipitan, es decir, se desnaturalizan.

- 17 La glicina es un aminoácido aislado, no una proteína, por lo que no presenta estructura globular y no tienen enlaces que puedan romperse con estos cambios. En este experimento, la disolución del aminoácido glicina se emplea como control negativo.

Por otro lado, es necesario verificar que el agua no interfiere en los resultados de la práctica. El agua tampoco presenta estructura globular, dado que no es una proteína, que pueda alterarse o romperse con estos cambios.

- 18 De la secuencia de aminoácidos, es decir, de la estructura primaria, especialmente de los aminoácidos que forman el centro activo si se trata de una enzima, y de las estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria (estas dos últimas en el supuesto de que las tenga). Aunque la secuencia de aminoácidos sea la correcta, si la cadena polipeptídica no adopta la estructura requerida, la proteína no podrá llevar a término correctamente muchas de las funciones que ejerce.
- 19 La mayor parte de las proteínas tienen una masa molecular elevada; por lo tanto, más que de solubilidad se debe hablar de dispersabilidad, es decir, de capacidad de formar dispersiones coloidales. La proteínas que presentan forma globular tienen más posibilidades que las filamentosas de que los radicales ionizables, que quedan rodeados de una capa de moléculas de agua, lleguen a impedir la unión de las moléculas proteicas entre sí y que, por tanto, precipiten. Las proteínas filamentosas, como tienen la estructura secundaria estirada, presentan más distancia entre los radicales ionizados, por lo que muchos segmentos no quedan cubiertos de moléculas de agua; esto posibilita que se unan muchas cadenas polipeptídicas y, así, lleguen a dimensiones enormes que provocan la precipitación.
- 20 Se entiende que una temperatura es elevada cuando supera los 60 °C, pero sin llegar a centenares de grados, condición en que incluso se romperían los enlaces peptídicos. A estas temperaturas elevadas (60 °C), los enlaces que se rompen son los enlaces de hidrógeno que mantienen la estructura α -hélice y también los enlaces débiles que mantienen las estructuras terciaria y cuaternaria. Los enlaces de puente disulfuro resisten mucho el efecto de la temperatura (se necesita superar los 150 °C para romperlos), por lo cual las proteínas que son ricas en estos enlaces soportan mejor las temperaturas altas.
- Este proceso de pérdida de estructura cuaternaria, terciaria e, incluso, secundaria se denomina desnaturalización.
- En una proteína desnaturalizada tan solo queda la estructura primaria debido a que el enlace peptídico es muy fuerte. Si la proteína, por ejemplo, era una enzima, cuando se destruyen los niveles estructurales superiores, la forma

del centro activo ya no coincide con la del sustrato y, por lo tanto, la proteína habrá perdido la función biocatalizadora; si era una proteína estructural, los perjuicios son menores; por ejemplo, las fibras de queratina de los cabellos, cuando se calientan, simplemente se alargan y después, cuando se enfrían, simplemente se acortan y se deforman algo.

- 21** Porque debido a las mutaciones, se pueden producir cambios al azar en la secuencia de aminoácidos que, como no afecten al centro activo, en el supuesto de que tengan una función biocatalizadora, o a las propiedades de resistencia mecánica, en el supuesto de que tengan una función estructural, etc., no se eliminan por selección natural y, por lo tanto, se generan diferencias moleculares incluso entre los individuos de una misma especie. Por esto hay muchas posibilidades de que algunas proteínas del órgano trasplantado sean totalmente desconocidas por el sistema inmunológico del receptor, desencadenando una reacción antígeno-anticuerpo contra las proteínas de membrana de las células del órgano recibido.

Pág. 71

- 22** Con la función contráctil.
- 23** Significa catalizador de reacciones biológicas. Es una sustancia que, sin gastarse en la reacción, la acelera, es decir, no hace que se forme más producto, sino que se forme la misma cantidad pero en menos tiempo.
- 24** Porque las hormonas son biocatalizadores específicos, es decir, aceleran unas reacciones biológicas concretas. Sin las hormonas, estas reacciones prácticamente no tendrían lugar y el organismo podría llegar a morir. Es el caso, por ejemplo, de los diabéticos insulino dependientes que necesitan de tres a cuatro inyecciones diarias de insulina. Si la alteración simplemente consiste en menor producción, las consecuencias, lógicamente, no son tan graves; por ejemplo, es el caso del enanismo por déficit de producción de hormona del crecimiento. Las hormonas se diferencian de las enzimas en que no actúan en el lugar donde se producen, sino que la glándula que las produce las segrega a la sangre, o a la savia si son hormonas vegetales, y así se transportan a todas las células del organismo; pero tan solo actúan sobre las células diana, que son las que tienen receptores específicos de estas hormonas en las membranas.

Pág. 72

- 25** R. L.

Pág. 73

- 26** Porque esta molécula se encarga de captar el oxígeno (O₂) del aire y transportarlo hasta los lugares donde es escaso y, en cambio, abunda el CO₂, lo que provoca que la hemoglobina libere el oxígeno. Este atraviesa las membranas plasmáticas y mitocondriales, donde en las crestas

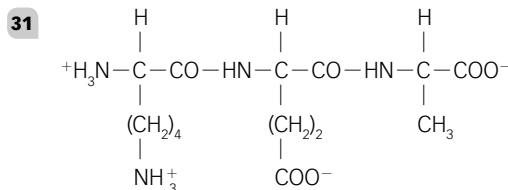
mitocondriales reacciona con los hidrógenos procedentes de la materia orgánica y forma una molécula de agua. El O₂ se intercala entre el ion Fe²⁺ del grupo hemo y el aminoácido 63 (una histidina) de la globina, al cual estaba unido el ion Fe²⁺ antes de la llegada del oxígeno.

- 27** a) Falso.
b) Falso.
c) Verdadero.

Pág. 74

PARA REPASAR

- 28** El C.
- 29** Sí, la isoleucina y la treonina. Estos dos aminoácidos presentan dos carbonos α.
- 30** a) Negativa.
b) Positiva.



Tripéptido de Lys-Glu-Ala ionizado

- 32** En medio muy ácido y en medio neutro tendrá carga positiva, mientras que en medio muy básico tendrá carga negativa.
- 33** En medio muy ácido y en medio neutro migrará hacia el cátodo, y en medio muy básico, hacia el ánodo.
- 34** Se trata de un polipéptido compuesto por 12 aminoácidos unidos por 11 enlaces peptídicos. Hay que tener en cuenta que por cada enlace peptídico se pierde una molécula de agua. La masa molecular será: 3 · (PM alanina = 89) + 4 · (PM lisina = 146) + 5 · (PM valina = 117) - 11 · (PM agua = 18) = **1238 daltons**.
- 35** Con dos aminoácidos de diferente tipo se pueden hacer dos dipéptidos y con dos del mismo tipo solo se puede hacer uno.
- 36** Sin repetición se pueden formar seis tripéptidos (en dirección N-terminal → C-terminal):
- Ala-Ser-Gly
 - Ala-Gly-Ser
 - Ser-Ala-Gly
 - Ser-Gly-Ala
 - Gly-Ser-Ala
 - Gly-Ala-Ser
- Con posibilidad de repetición, el número aumenta.

Tripéptidos con repetición			
Ala-Ser-Gly	Ala-Gly-Gly	Gly-Ala-Gly	Ser-Ser-Gly
Ala-Gly-Ser	Ser-Ala-Ala	Gly-Gly-Ala	Ala-Gly-Ala
Ser-Ala-Gly	Ser-Gly-Gly	Ala-Ser-Ala	Ala-Ala-Gly
Ser-Gly-Ala	Gly-Ser-Ser	Ala-Ala-Ser	Ala-Ala-Ala
Gly-Ser-Ala	Gly-Ala-Ala	Gly-Ser-Gly	Ser-Ser-Ser
Gly-Ala-Ser	Ser-Ala-Ser	Gly-Gly-Ser	Gly-Gly-Gly
Ala-Ser-Ser	Ser-Ser-Ala	Ser-Gly-Ser	

- 37** R. G.
- 38** Dos o más cadenas.
- 39** Para saber si dos proteínas son la misma ha de coincidir su secuencia de aminoácidos y han de presentar la misma estructura tridimensional.
- 40** La solubilidad de las proteínas se debe a una mayor proporción de aminoácidos con radicales polares (sobre todo si tienen carga) que de aminoácidos con radicales apolares. Los radicales polares establecen enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua y, así, cada molécula queda recubierta de una capa de moléculas de agua que impide que se pueda unir a otras moléculas proteicas, hecho que provocaría su precipitación.
- 41** a) Un enlace disulfuro.
b) Un enlace de hidrógeno.
c) Una interacción iónica.
d) Un enlace de hidrógeno.
e) Una interacción hidrofóbica.
f) Una interacción hidrofóbica.
- 42** a-2; b-1; c-8; d-9; e-5; f-10; g-6; i-7 h-3; j-4.
- 43** Un grupo prostético es la parte no polipeptídica de una heteroproteína (proteína constituida por una cadena polipeptídica y una fracción que no está formada de aminoácidos).
Ejemplos de grupos prostéticos son los grupos hemo que tienen función de transporte de oxígeno, los oligosacáridos de las glucoproteínas que realizan diversas funciones, los lípidos de las lipoproteínas que permiten el transporte proteico a través de la sangre y el ácido fosfórico de las fosfoproteínas que tiene función energética.
- 44** Las inmunoglobulinas pertenecen a las glucoproteínas, puesto que contienen oligosacáridos como grupo prostético.
- 45** a-6; b-4; c-5; d-3; e-1; f-2.
- 46** b) Hemoglobina, saliva y valina.

Pág. 75

PARA PROFUNDIZAR

- 47** El gráfico muestra cómo varía el pH (eje vertical) de una disolución muy ácida de alanina cuando se añade una base, es decir, cuando se añade OH⁻ (eje horizontal). Los OH⁻ se unen a los H⁺, lo que implica que disminuya la concentración de iones H⁺. La característica más evidente del gráfico es que hay dos pH (pH = 3,3 y pH = 10,7) en los que para variarlos hace falta añadir muchos iones (OH⁻), es decir, en estos grados de acidez la alanina constituye un buen estabilizador de pH o una buena disolución tampón. A continuación se expone la explicación detallada de este proceso:
– A pH 1, es decir, cuando la concentración de iones H⁺ es muy alta, la alanina actúa como una base; capta protones y adopta la forma catiónica ($^+H_3N-CHCH_3-COOH$).

- A pH 3,3, existe un equilibrio entre esta forma catiónica y la forma de ion dipolar o zwitterión:
 $^+H_3N-CHCH_3-COOH \leftrightarrow ^+H_3N-CHCH_3-COO^- + H^+$.
- A pH 6,02, toda la alanina se encuentra en forma dipolar ($^+H_3N-CHCH_3-COO^-$).
- A pH 10,7, hay un equilibrio entre la forma dipolar y la forma de anión:
 $^+H_3N-CHCH_3-COO^- \leftrightarrow H_2N-CHCH_3-COO^- + H^+$.
- Por último, a pH 12, cuando la concentración de H⁺ es muy baja, la alanina se encuentra en forma de anión ($H_2N-CHCH_3-COO^-$), es decir, actúa como ácido y libera H⁺.

- 48** Se debe a que la solubilidad aumenta en disoluciones salinas diluidas, puesto que los iones salinos se acercan a los radicales polares y aumentan su polaridad, pero disminuye en disoluciones salinas concentradas, puesto que los iones salinos compiten con los radicales polares por las moléculas de agua.
- 49** a) Se trata de la proteína caseína. Ha precipitado porque se ha desnaturalizado al cambiar el grado de ionización de sus radicales con carga. Comercialmente se conoce como requesón o queso fresco. Se puede reconocer realizando la prueba de Biuret.
- b) Se trata de triglicéridos, básicamente de triestearina. En la leche se encuentra emulsionada por la proteína caseína que forma una capa envolvente de cada pequeña gota de grasa. Su nombre común y comercial es «nata». Se puede reconocer comprobando que se tiñe de rojo con Sudán III y que es soluble en disolventes polares como el benceno.
- c) El glúcido que hay en la leche es el disacárido lactosa. Se puede reconocer confirmando que reduce el reactivo de Fehling.

50 R. L.

51 R. L.

52 Respuesta en la web.

Pág. 77

CIENCIA EN TU VIDA

- 53** La replicación es la copia de moléculas de ADN.
- 54** Los receptores de interferón situados en las membranas de las células, al captar el interferón emitido por una célula vecina infectada, provocan la activación del ADN del núcleo de forma que, algunos genes inician la síntesis de proteínas con propiedades antivíricas.
- 55** Hay dos razones claras para ello. Una es que su acción se ejerce también sobre las células sanas, lo que provoca efectos secundarios, y la otra razón es la selección natural, por la que las enfermedades resisten cada vez mejor el interferón sintético.
- 56** El interferón de tipo I se produce en respuesta a infecciones víricas ante la síntesis de ARN bicatenario en la replicación vírica. El interferón de tipo II lo fabrican los linfocitos en respuesta a procesos tumorales.