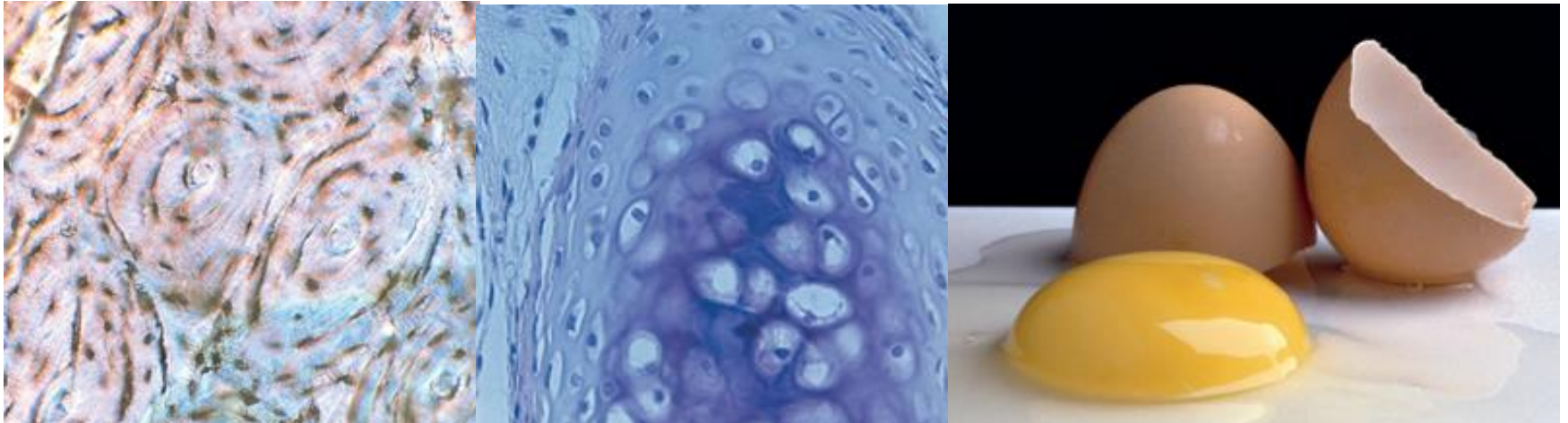


# Las Proteínas



## Tema 5

# AMINOÁCIDOS Y PROTEÍNAS

1. Los aminoácidos
2. Propiedades de los aminoácidos
3. El enlace peptídico
4. La estructura de las proteínas.
5. Las propiedades de las proteínas
6. La clasificación de las proteínas
7. Las funciones de las proteínas

# 1.- Los aminoácidos

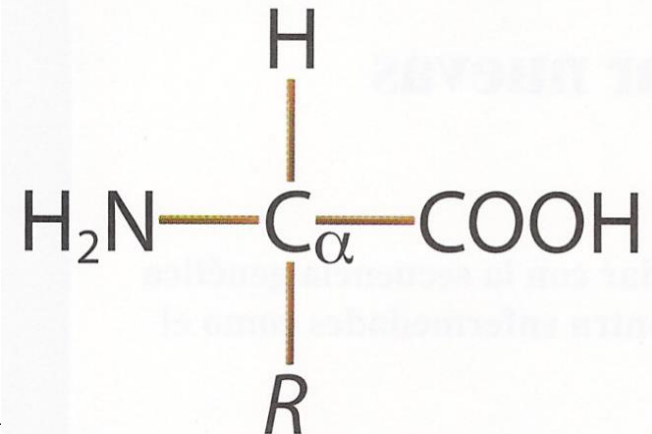
- Compuestos orgánicos :

- Baja masa molecular que cuando se unen forman proteínas.

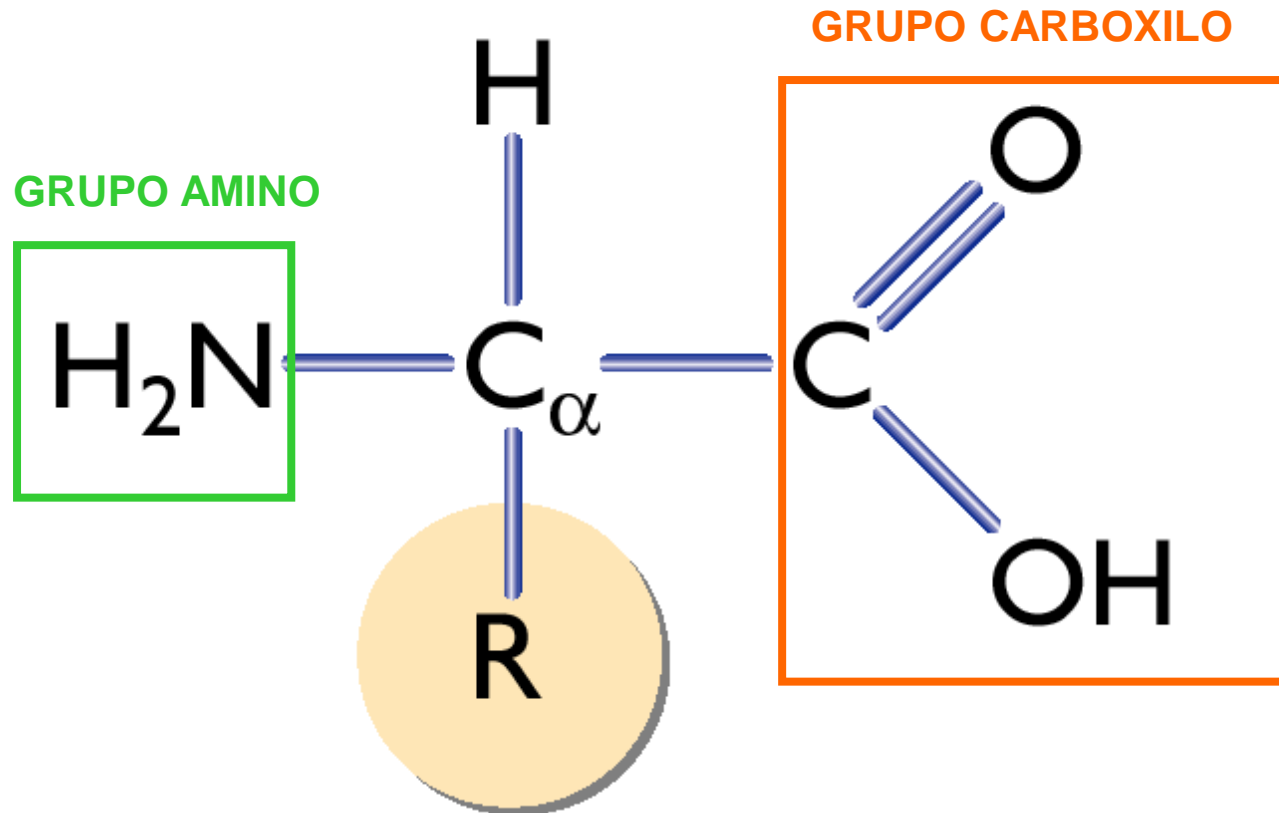
- Compuestos por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Algunos contienen también azufre.

- Con un grupo carboxilo -COOH y un grupo amino -NH<sub>2</sub> y una cadena lateral unidos todos ellos a un carbono llamado alfa.



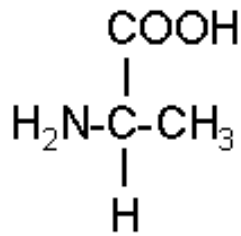
# Fórmula general de un aminoácido



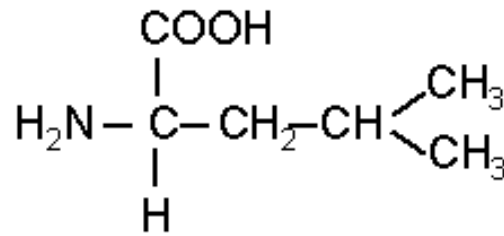
La cadena lateral es distinta en cada aminoácido y determina sus propiedades químicas y biológicas.

- ❑ Hay 20 aminoácidos diferentes que forman las proteínas. Se llaman **aminoácidos proteicos**.
- ❑ En los seres vivos hay además **aminoácidos no proteicos** que no forman proteínas.
- ❑ **Aminoácidos esenciales** son aquellos que no pueden sintetizar los animales y deben ser ingeridos en la dieta. Las plantas si los sintetizan.
- ❑ Para designar los veinte aminoácidos proteicos se utilizan abreviaturas, que se forman con las tres primeras letras de los nombres en inglés. Por ejemplo “Gly“ (Glicina)

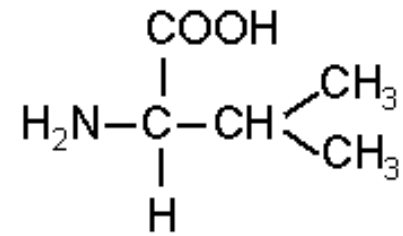
**Grupo I Aminoácidos apolares. Aminoácidos cuyo resto R no es polar. Esto es, no posee cargas eléctricas en R al tener en él largas cadenas hidrocarbonadas. Estos aminoácidos, si están en gran abundancia en una proteína, la hacen insoluble en agua.**



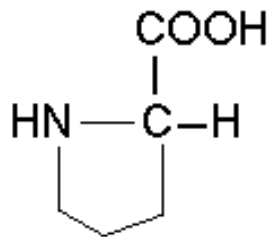
Alanina-Ala



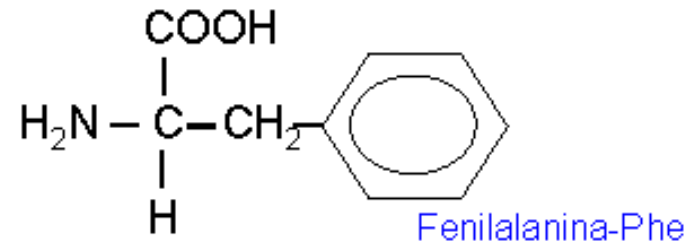
Leucina-Leu



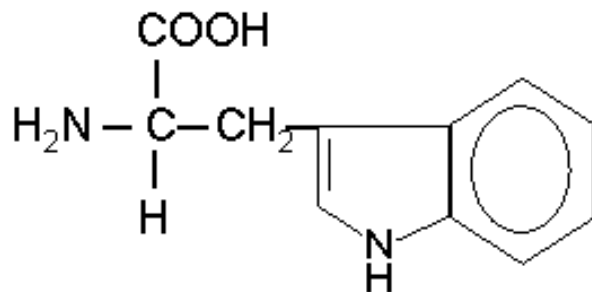
Valina-Val



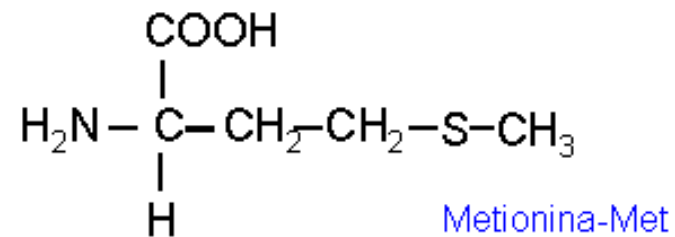
Prolina-Pro



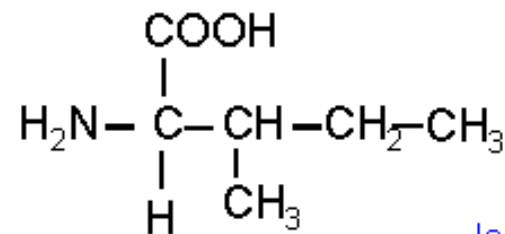
Fenilalanina-Phe



Triptófano-Trp

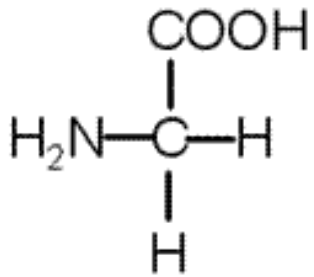


Metionina-Met

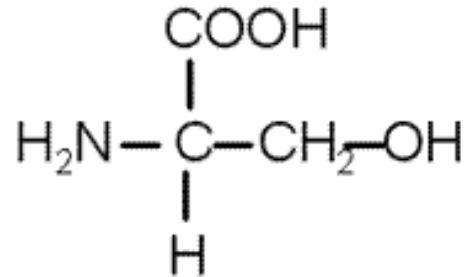


Isoleucina-Ile

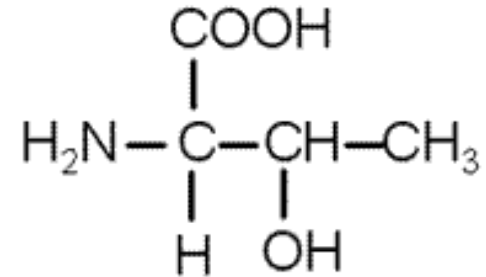
**Grupo II. Aminoácidos polares no ionizables. Poseen restos con cortas cadenas hidrocarbonadas en las que hay funciones polares (alcohol, tiol o amida). Contrariamente al grupo anterior si una proteína los tiene en abundancia será soluble en agua.**



Glicocola-Gly

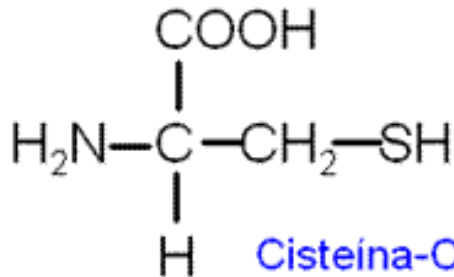


Serina-Ser

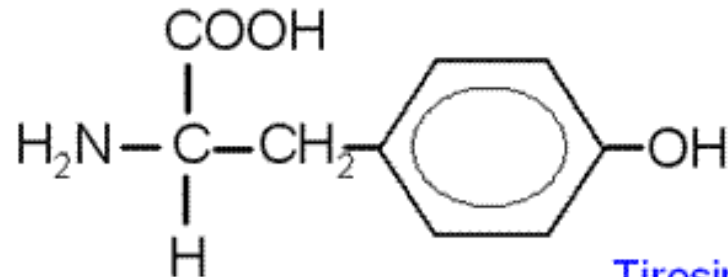


Treonina-

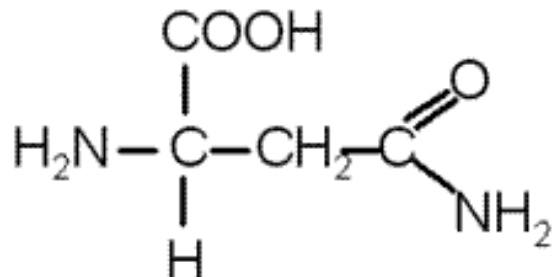
Thr



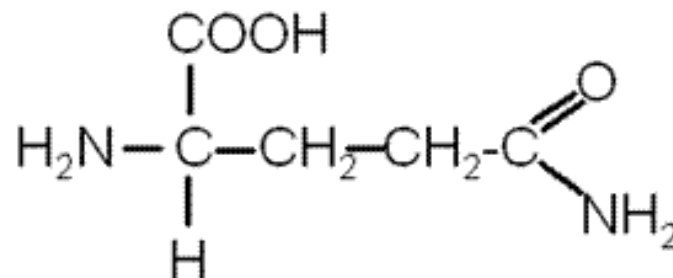
Cisteína-Cys



Tirosina-Tyr



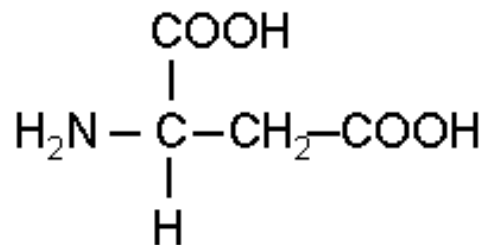
Asparragina-Asn



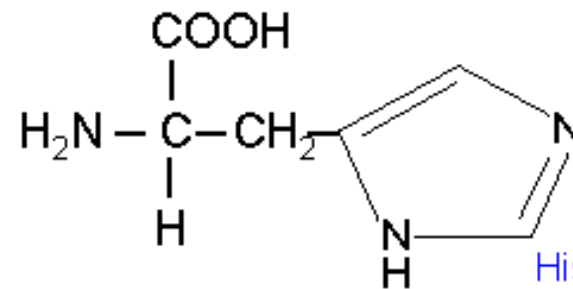
Glutamina-Gln

**Grupo III Aminoácidos polares ácidos.** Pertenecen a este grupo aquellos aminoácidos que tienen más de un grupo carboxilo. En las proteínas, si el pH es básico o neutro, estos grupos se encuentran cargados negativamente.

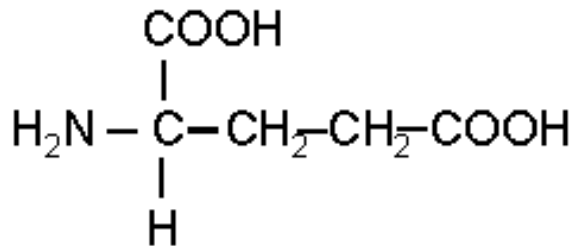
**Grupo IV Aminoácidos polares básicos.** Son aquellos aminoácidos que tienen otro u otros grupos aminos. En las proteínas, estos grupos amino, si el pH es ácido o neutro, están cargados positivamente.



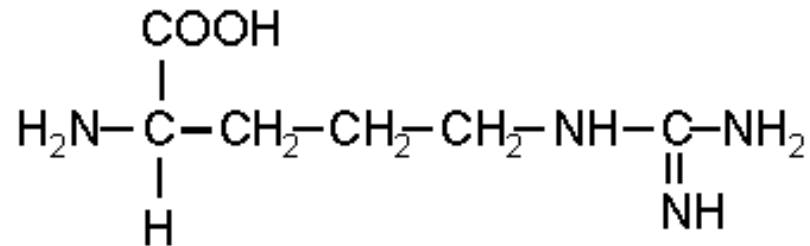
Aspártico-Asp



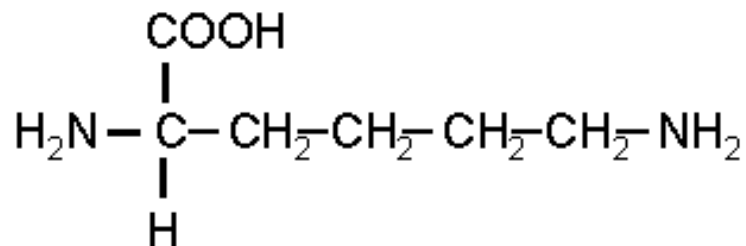
Histidina-His



Glutámico-Glu



Arginina-Arg



Lisina-Lys

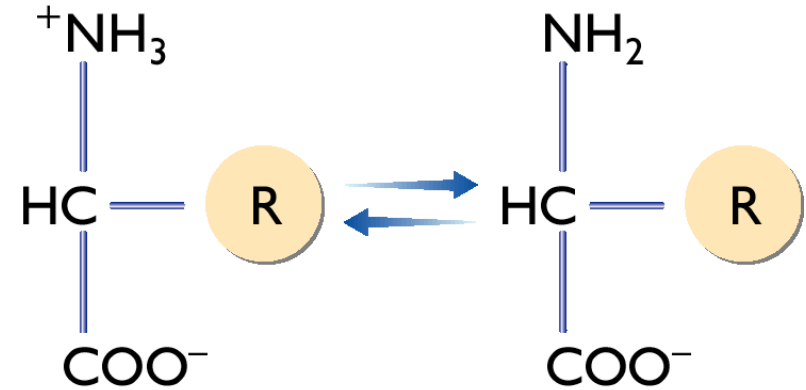
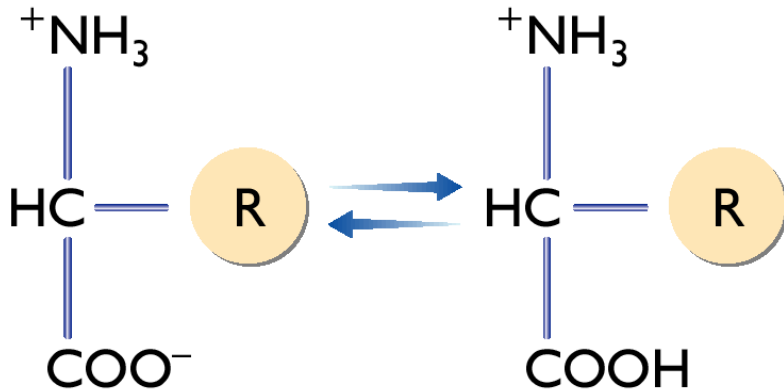


## 2 - Propiedades de los aminoácidos

- ❑ Los aminoácidos tienen carácter anfótero, es decir se pueden comportar como ácido (dador de protones) o como base (aceptor de protones) según el pH de la disolución.
- ❑ De esta manera contribuyen a controlar el pH, es decir tienen efecto tampón.
- ❑ Contribuyen a la homeostasis (equilibrio del medio interno del ser vivo)

En una disolución acuosa (pH neutro) los aminoácidos forman **iones dipolares**.

## CARÁCTER ANFÓTERO DE LOS AMINOÁCIDOS



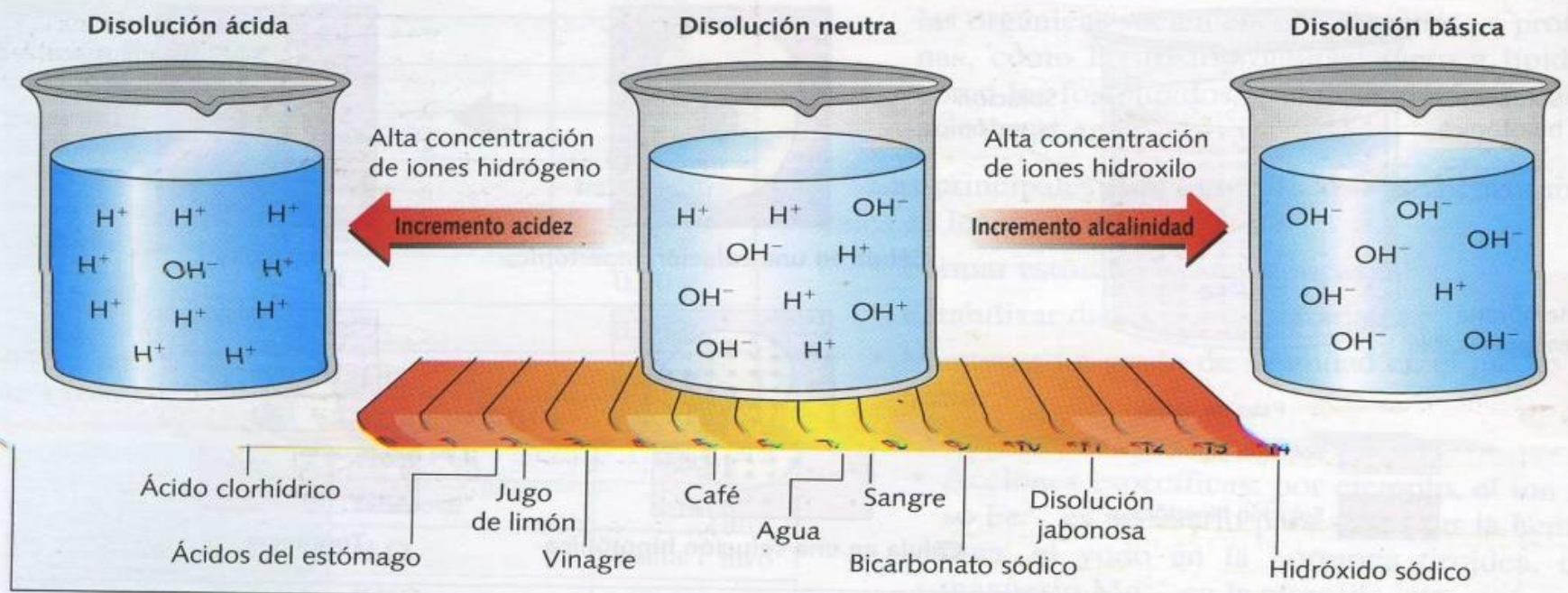
pH disminuye 

pH aumenta 

*El aminoácido se comporta como una **base**.*

*El aminoácido se comporta como un **ácido**.*

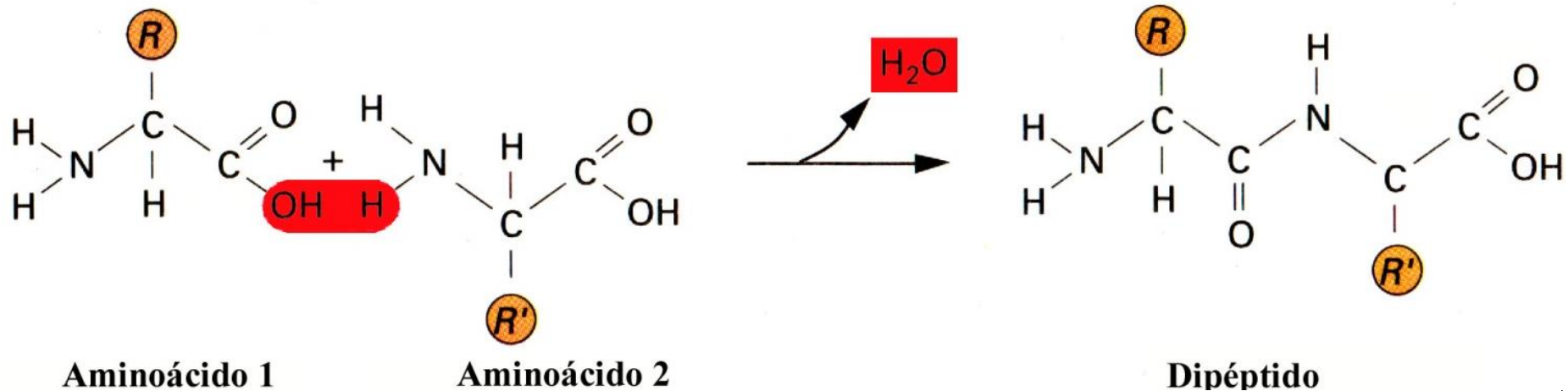
**En medio ácido se comportan como una base** (cogiendo  $\text{H}^+$  del medio) **y en medio básico se comportan como un ácido** (liberando  $\text{H}^+$  al medio).



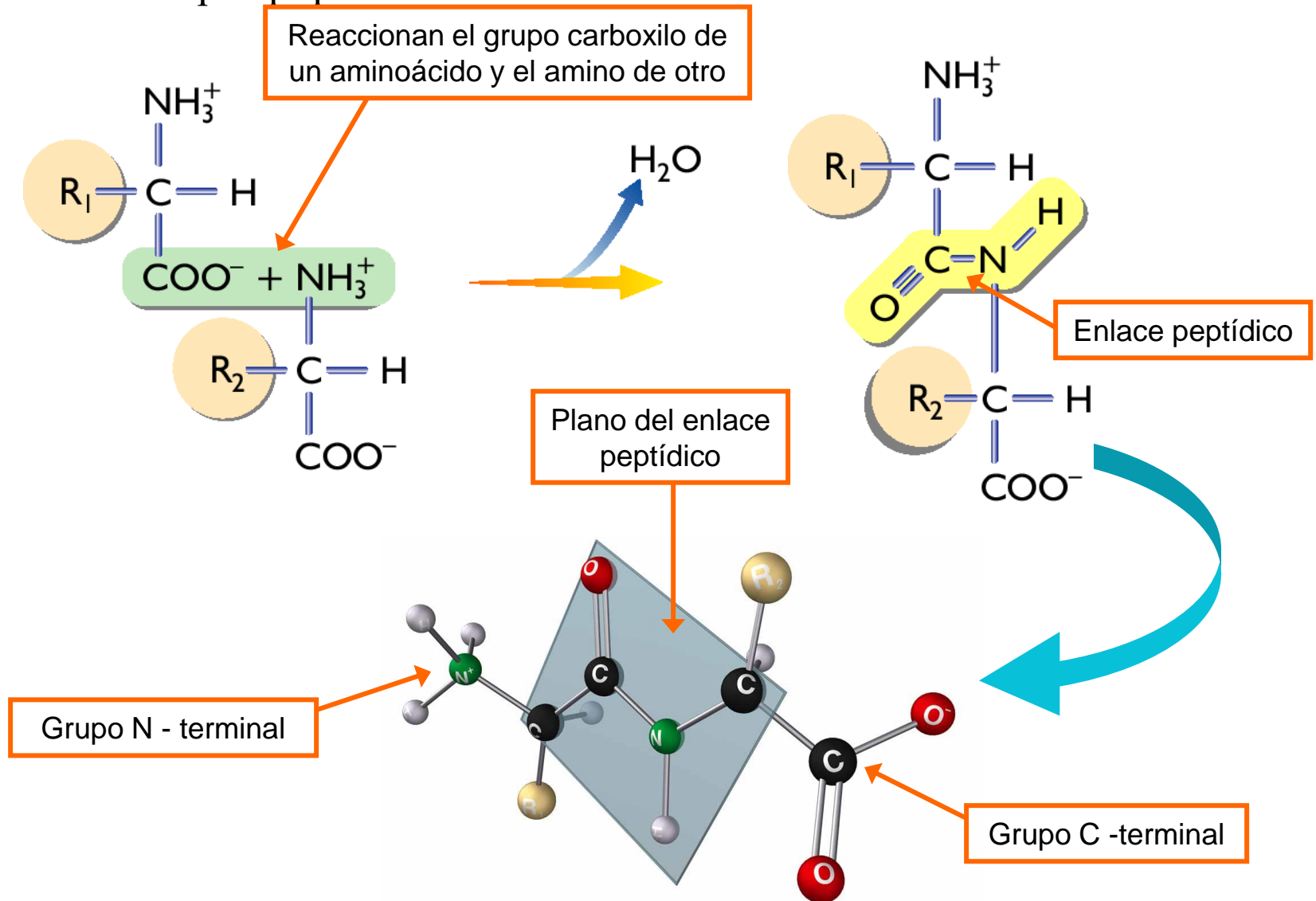
**16** La escala del pH. El  $H^+$  en realidad se asocia a un  $H_2O$  y forma  $H_3O^+$ .

## 2.- El enlace peptídico

- Es el enlace entre aminoácidos. Da lugar a cadenas llamadas **péptidos**.
- Es un **enlace covalente** entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente. Se forma una molécula de agua.



- En el enlace peptídico los átomos del grupo carboxilo y del grupo amino se sitúan en un **mismo plano**. Esto impone ciertas restricciones a la forma de la cadena polipeptídica



# Los péptidos

- Son las moléculas formadas por aminoácidos
- **Dipeptido:** formado por dos aminoácidos
- **Tripéptido:** formado por la unión de tres aminoácidos.
- **Oligopéptido:** unión de menos de diez aminoácidos.
- **Polipéptido:** péptido compuesto por más de diez aminoácidos.

La **insulina** y el **glucagón** son hormonas producidas por el páncreas que controlan el nivel de la glucosa en la sangre. La insulina es proteína y el glucagón es péptido

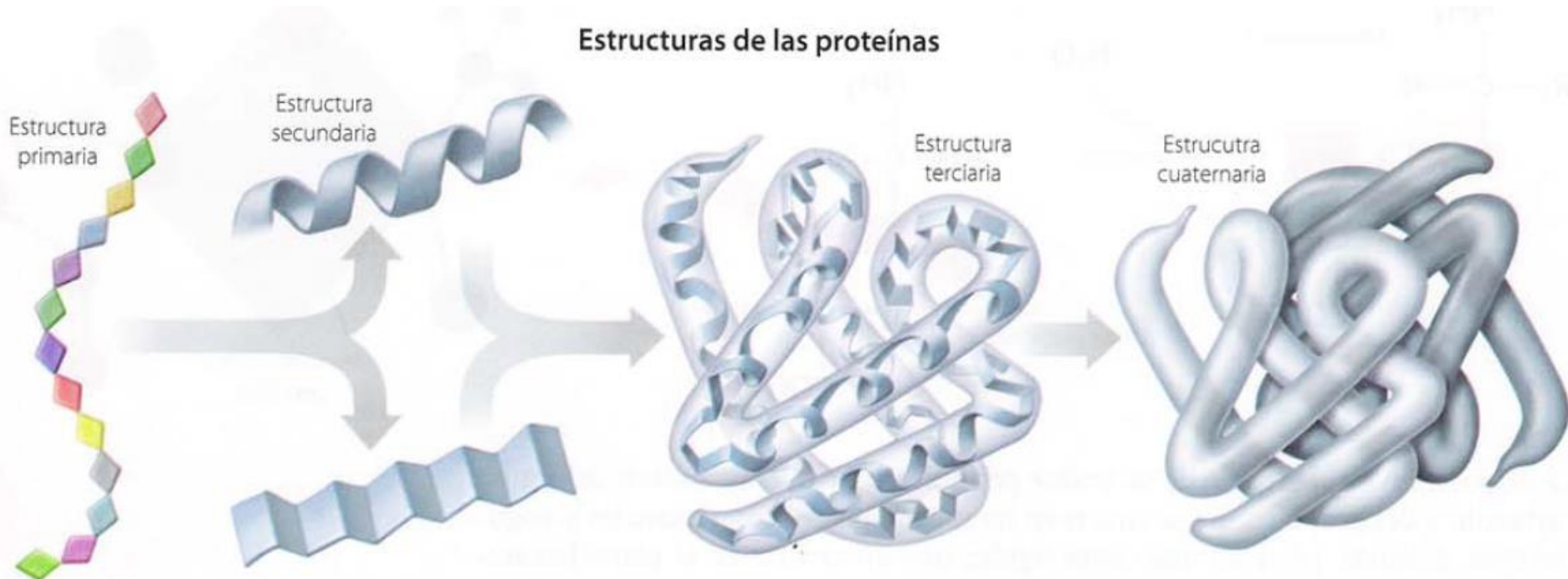
- **Proteína:** péptido constituido por más de 50 aminoácidos. Algunas proteínas contienen otro tipo de moléculas.

Se clasifican en:

- ❑ **Holoproteínas:** formadas sólo por aminoácidos.
- ❑ **Heteroproteínas:** formadas por aminoácidos y otras moléculas

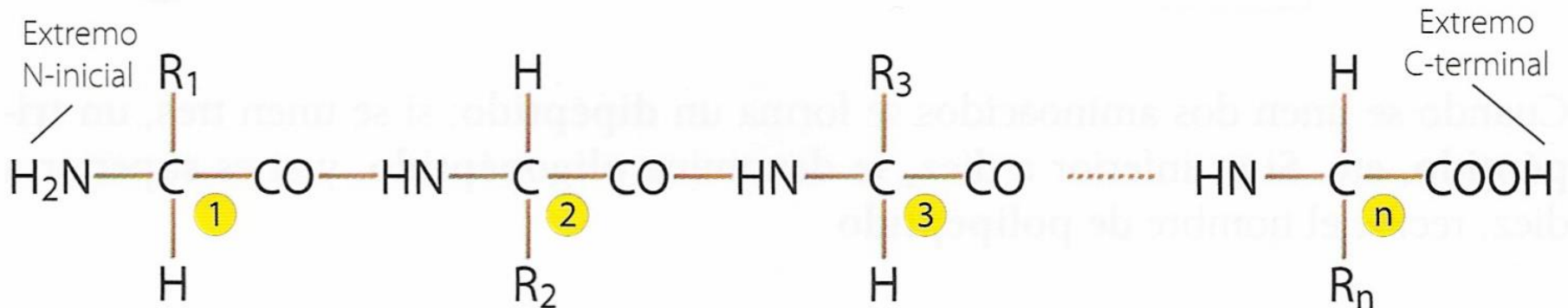
# 4.- La estructura de las proteínas

- La organización de una proteína viene determinada por cuatro niveles estructurales: la **estructura primaria**, la **estructura secundaria**, la **estructura terciaria** y la **estructura cuaternaria**.
- Cada una de ellas corresponde a la disposición de la anterior en el espacio.



## 3.1 Estructura primaria de las proteínas

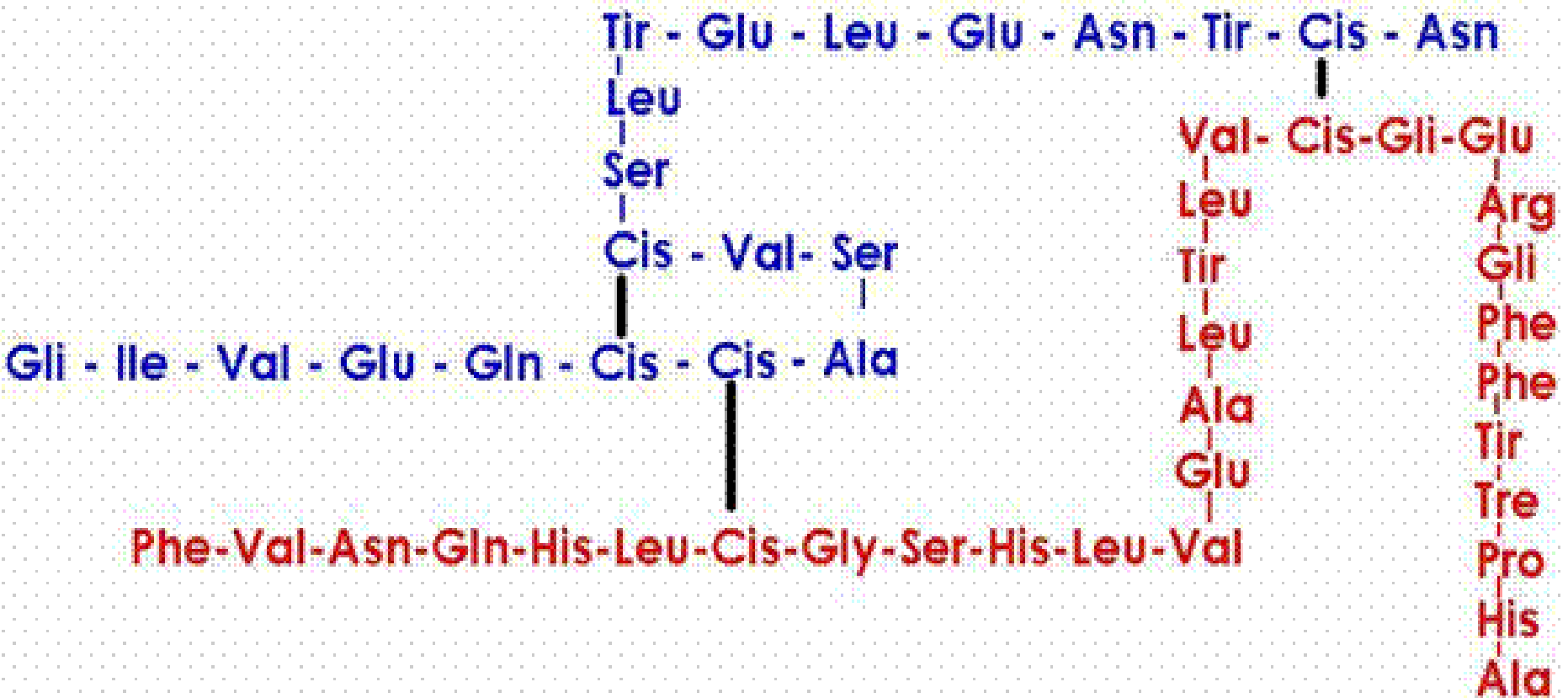
- **Secuencia** de aminoácidos de la proteína: **indica los** aminoácidos que hay en la cadena y el **orden** en el que se disponen en la cadena.
- La **secuencia** de aminoácidos determina las estructuras superiores y como consecuencia la **función** de una proteína.



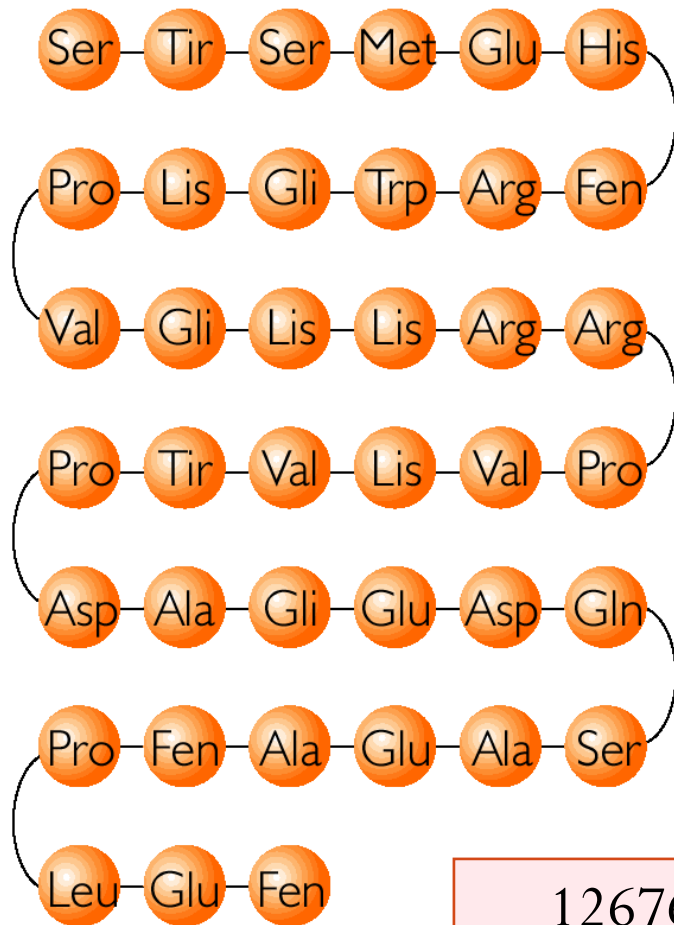


## Estructura primaria de la insulina. En negro enlaces disulfuro.

La insulina es una hormona pancreática que regula la homeostasis de la glucosa. Está formada por dos cadenas peptídicas de 21 y 30 aminoácidos en el siguiente orden o secuencia. No se han indicado los extremos amino terminal y carboxilo terminal de cada cadena.



# Estructura primaria de las proteínas



- Todas las proteínas la tienen.

- Indica los aminoácidos que la forman y el orden en el que están colocados.

- Está dispuesta en zigzag.

- El número de polipéptidos diferentes que pueden formarse es:

$$20^n$$

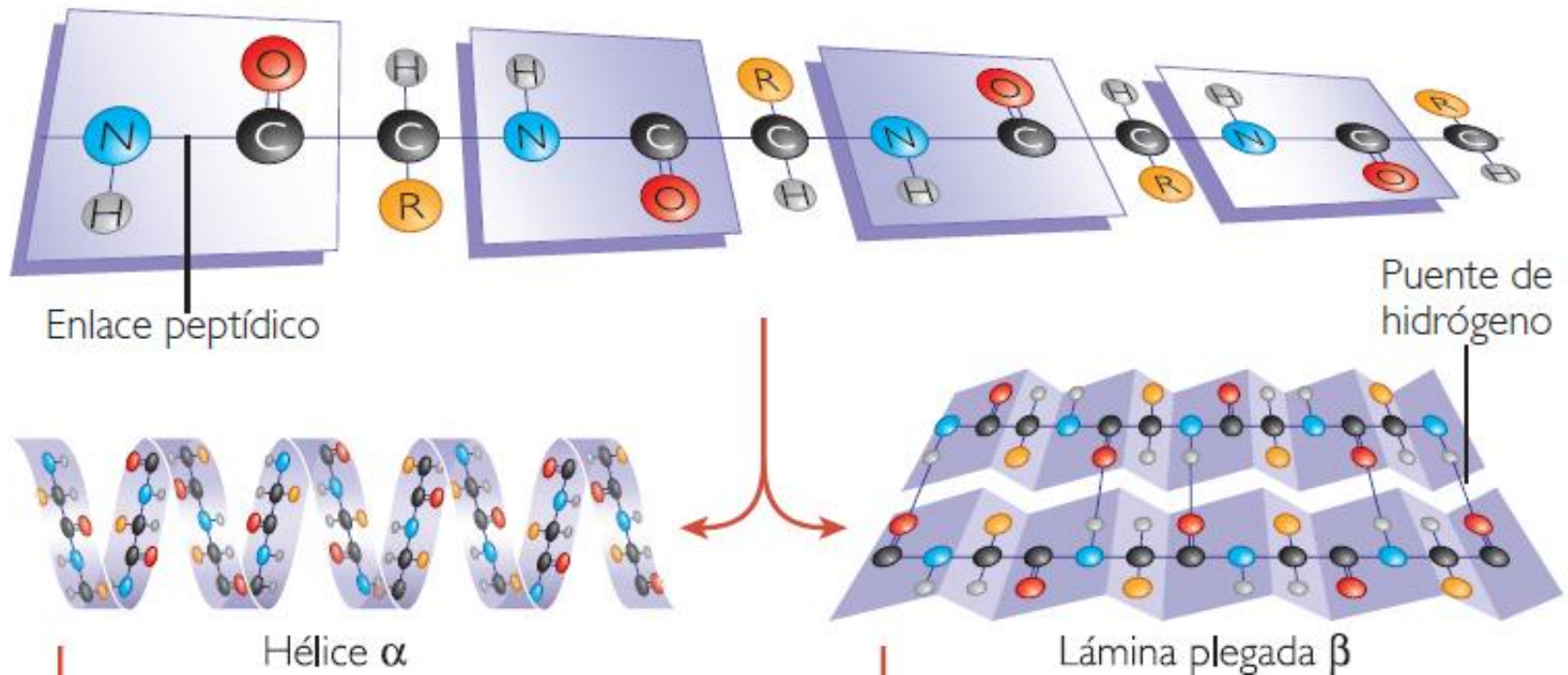
Número de aminoácidos de la cadena

Para una cadena de 100 aminoácidos, el número de las diferentes cadenas posibles sería:

$$1267650600228229401496703205376 \cdot 10^{100}$$

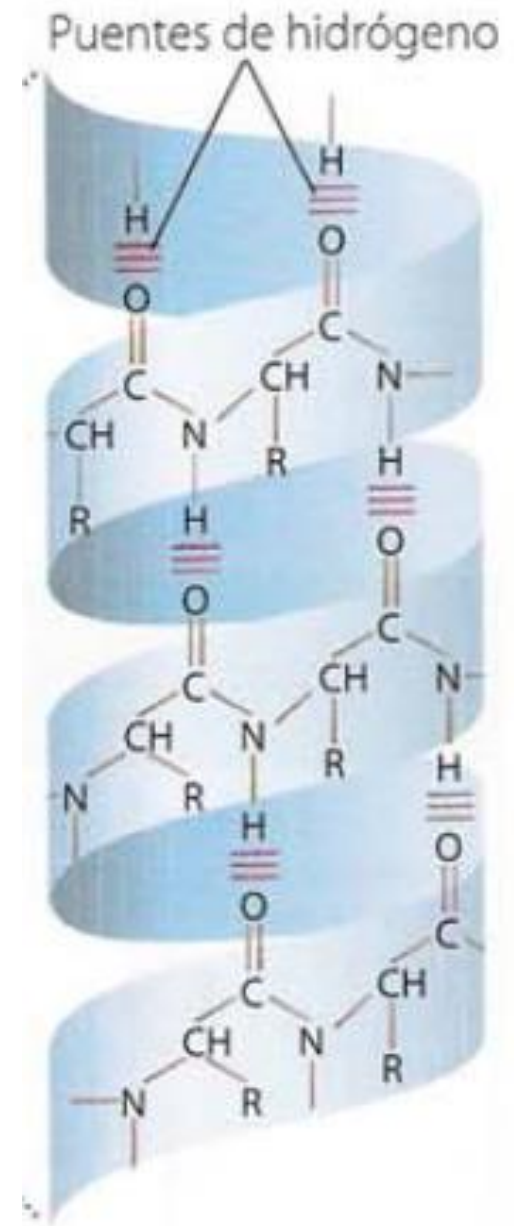
## 3.2. Estructura secundaria

- Es la disposición de la cadena de aminoácidos (estructura primaria) en el espacio
- Cuando se van uniendo aminoácidos a la cadena, está va adoptando una disposición espacial estable.
- Este tipo de estructura se mantiene con **enlaces de hidrógeno** y depende de los aminoácidos que la constituyen.
- Se conocen tres tipos:
  - **$\alpha$ -hélice,**
  - **Conformación- $\beta$  o lámina plegada**
  - **Hélice del colágeno**



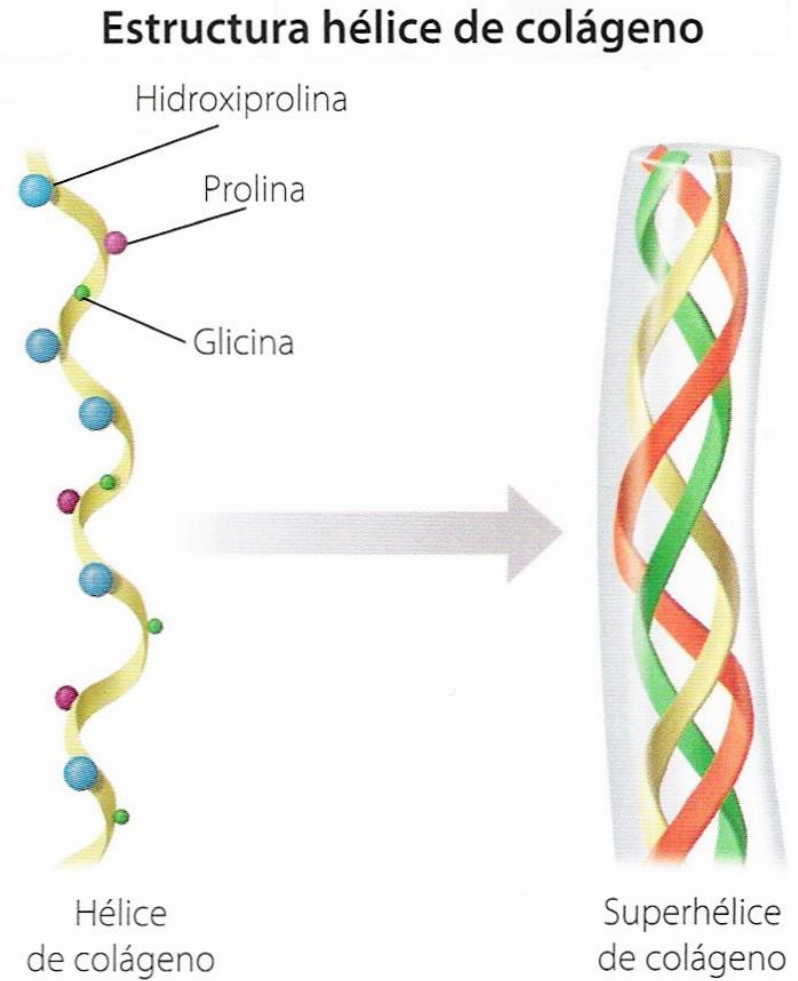
# $\alpha$ -hélice

- Se forma al enrollarse la estructura primaria helicoidalmente sobre sí misma. Esto se debe a la formación de **puentes de hidrógeno** entre el oxígeno del  $-\text{CO}-$  de un aminoácido y el hidrógeno del  $-\text{NH}-$  del cuarto aminoácido siguiente.
- Todos los **oxígenos** de los grupos  $-\text{CO}-$  quedan orientados en el mismo sentido; todos los **hidrógenos** de los grupos  $-\text{NH}-$  en sentido contrario. Los **radicales R** quedan orientados hacia el exterior de la hélice.



# Hélice de colágeno

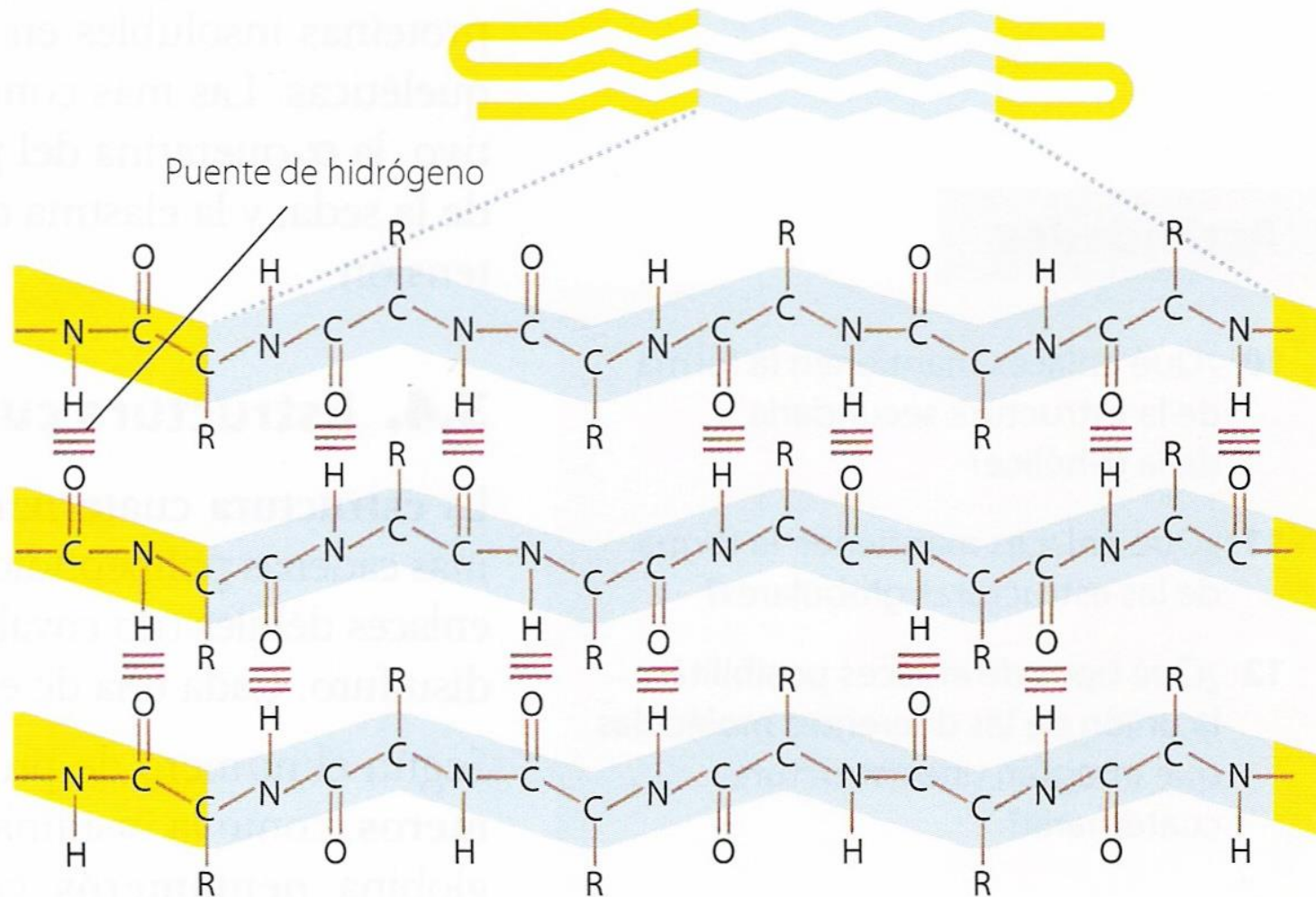
- El colágeno tienen una disposición en hélice especial, algo **más alargada** que la  $\alpha$ -hélice.
- **Sus radicales dificultan la formación de puentes de hidrógeno, por lo que no se forma una  $\alpha$ -hélice.**
- La estabilidad de la hélice del colágeno se debe a la asociación de tres hélices que originan una **superhélice** o molécula completa de colágeno.
- **Las tres hélices se unen por medio de enlaces covalentes y por enlaces débiles de tipo enlace de hidrógeno.**



# Conformación $\beta$ o lámina plegada

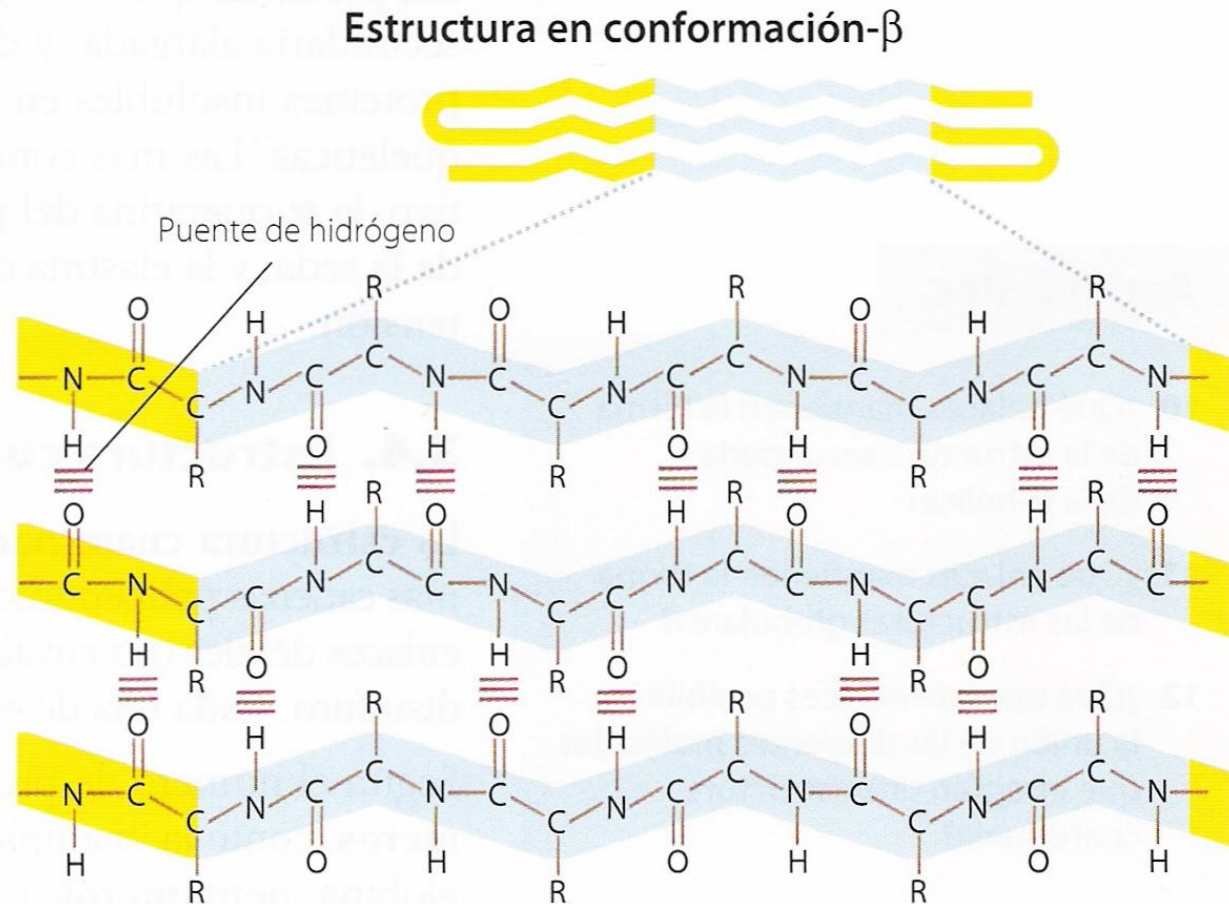
- La cadena polipeptídica se dispone plegada en zigzag, quedando los  $C_{\alpha}$ , situados en las aristas o vértices de los ángulos de plegamiento.

## Estructura en conformación- $\beta$





La estabilidad de esta disposición se mantiene gracias a la asociación de varias moléculas o varios segmentos de la misma cadena polipeptídica, con disposición  $\beta$ . Entre estas moléculas o segmentos se establecen **puentes de hidrógeno** (grupos CO y NH). Se forma así una lámina en zigzag, denominada disposición en **lámina plegada**.

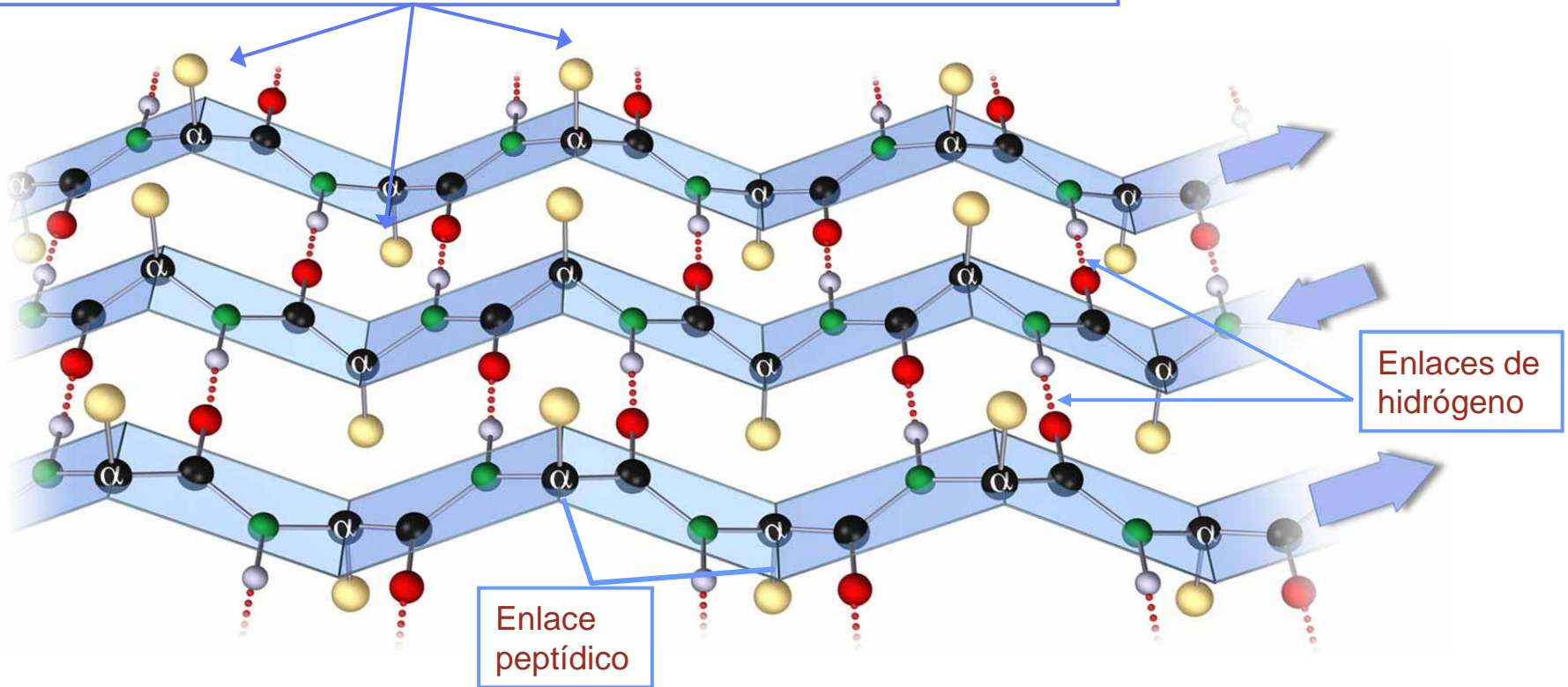


# Estructura secundaria de las proteínas:

Algunas proteínas conservan su estructura primaria en zigzag y se asocian entre sí.

## Conformación $\beta$

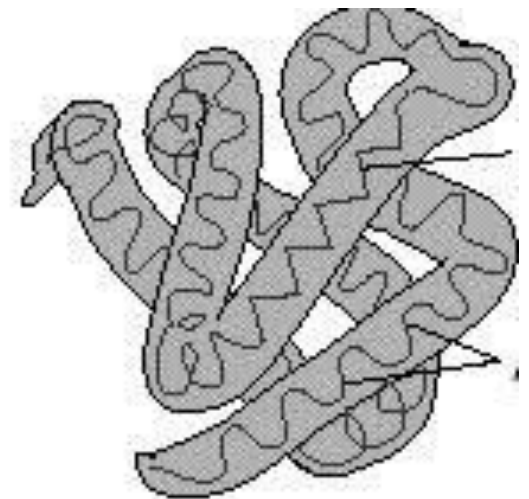
Los radicales se orientan hacia ambos lados de la cadena de forma alterna.



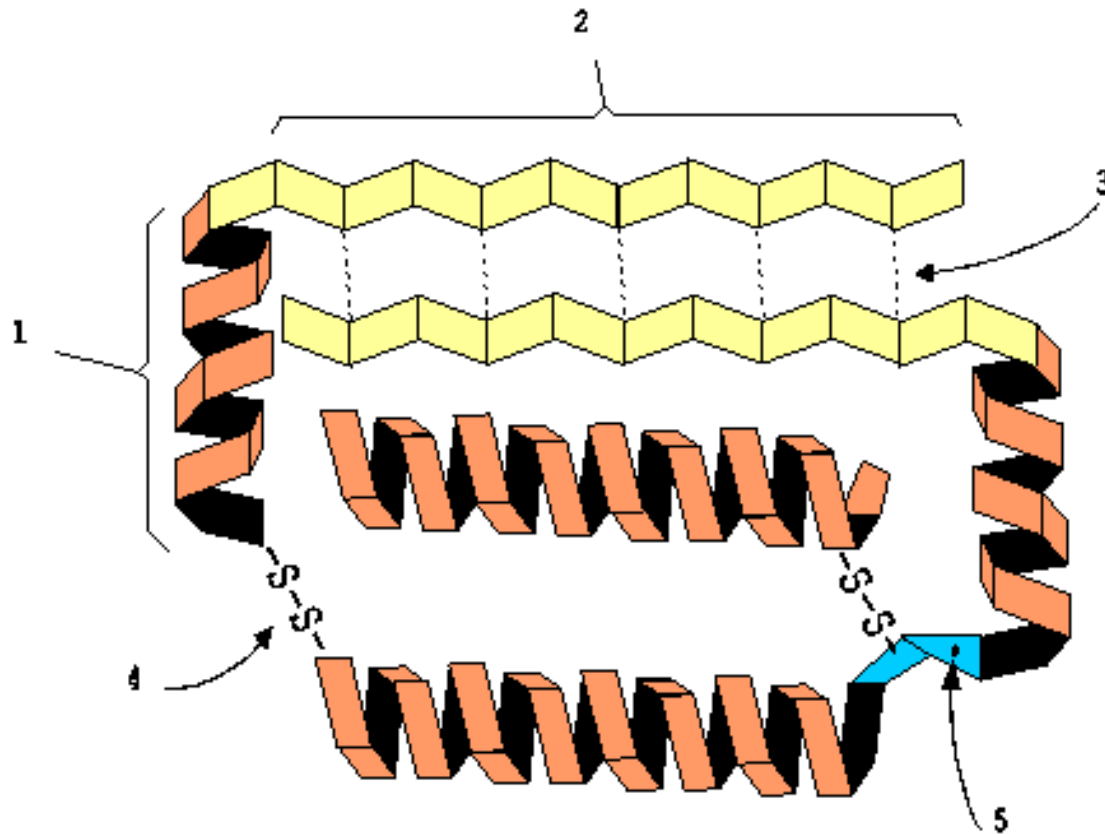


# Estructura terciaria

- Disposición en el espacio de la estructura secundaria. Se pliega sobre sí misma y origina una **forma globular**. Son solubles en agua.
- En las proteínas con estructuras terciarias podemos encontrar:
  - **Tramos rectos:** presentan estructuras secundarias  $\alpha$ -hélice o conformación- $\beta$  (lámina plegada).
  - **Zonas de giros:** no tienen estructura secundaria
- La mayoría de las proteínas adquieren su actividad biológica.
- Las conformaciones globulares se mantienen estables debido a los enlaces entre los radicales (R) de los aminoácidos. Pueden ser:
  - Enlaces de hidrógeno.
  - Atracciones electrostáticas.
  - Atracciones hidrofóbicas.
  - Puentes disulfuro.
  - Fuerzas de Van der Waals



Esta cadena va a poder disponerse en el espacio en diferentes conformaciones que constituyen las estructuras de orden superior a la primaria.



- 1- Fragmento en hélice alfa.
- 2- Fragmento en conformación beta.
- 3- Puentes de hidrógeno.
- 4- Enlaces o puentes disulfuro.
- 5- Zona irregular.

- Las proteínas que no llegan a formar estructuras terciarias, mantienen la estructura secundaria alargada: **proteínas fibrosas**.
- Son insolubles en agua y ejercen funciones esqueléticas.
- Ejemplos:
  - El **colágeno** que da resistencia a los huesos y cartílagos.
  - La **queratina** del pelo, plumas, uñas, cuernos, lana.
  - La **miosina** responsable de la contracción muscular
  - La **elastina** que da elasticidad a la piel, el cartílago y los vasos sanguíneos.

# Estructura cuaternaria

- La presentan las proteínas constituidas por dos o más cadenas polipeptídicas con estructura terciaria, idénticas o no.
- Unidas entre sí por enlaces débiles (no covalentes) y, en ocasiones, por enlaces covalentes del tipo enlace disulfuro.

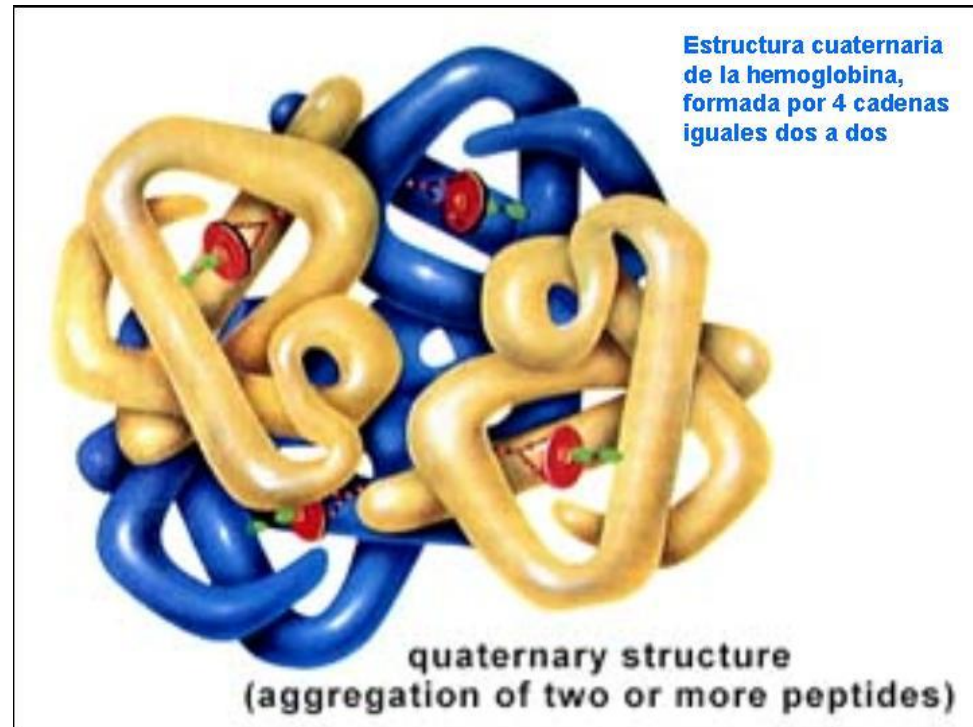
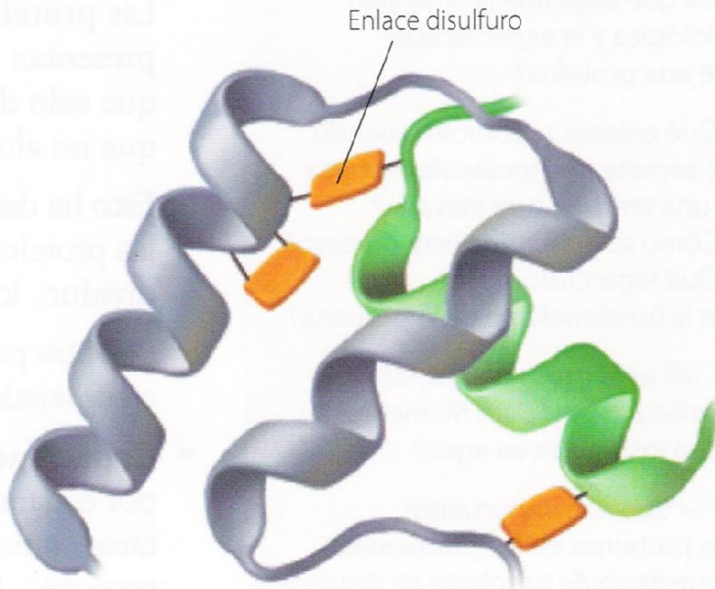
# Estructura cuaternaria

- El número de cadenas puede variar:
  - **Insulina:** 2 cadenas
  - **Colágeno:** 3 cadenas
  - **Hemoglobina:** 4 cadenas iguales dos a dos.
  - **ARN-polimerasa:** cinco cadenas.

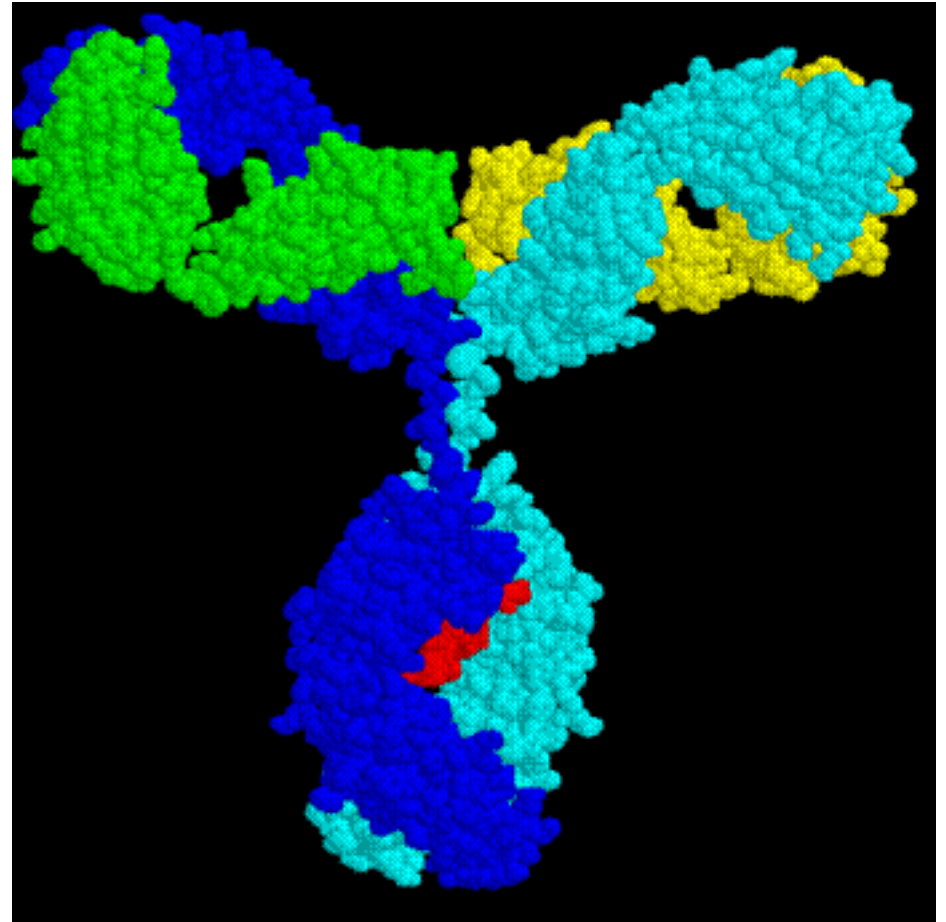
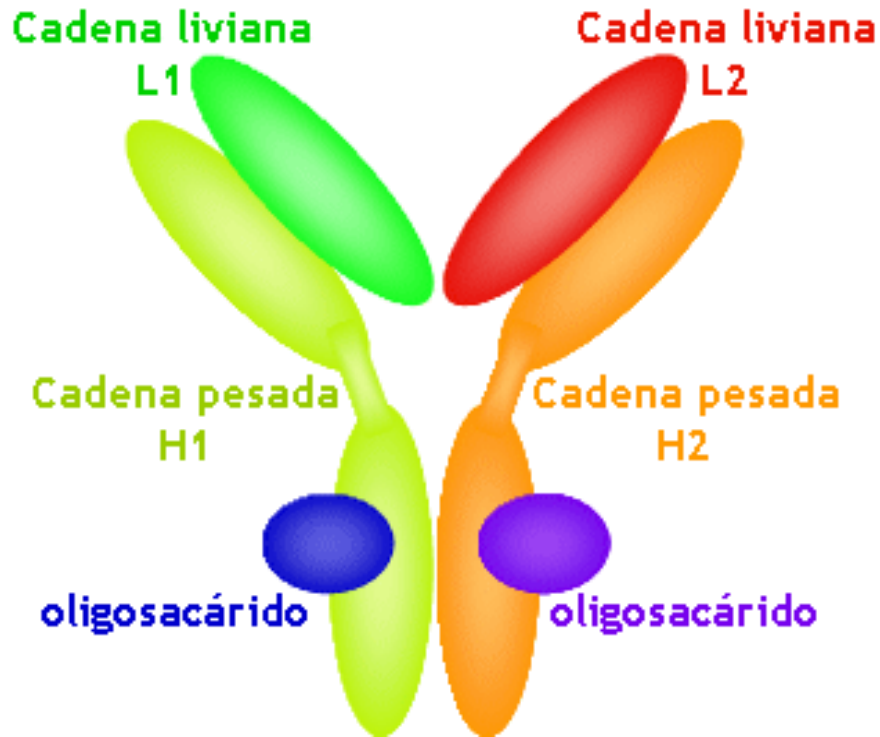


Superhélice de colágeno

Insulina (enlace disulfuro entre las subunidades)



**Los anticuerpos son proteínas con estructura cuaternaria formada por cuatro cadenas.**



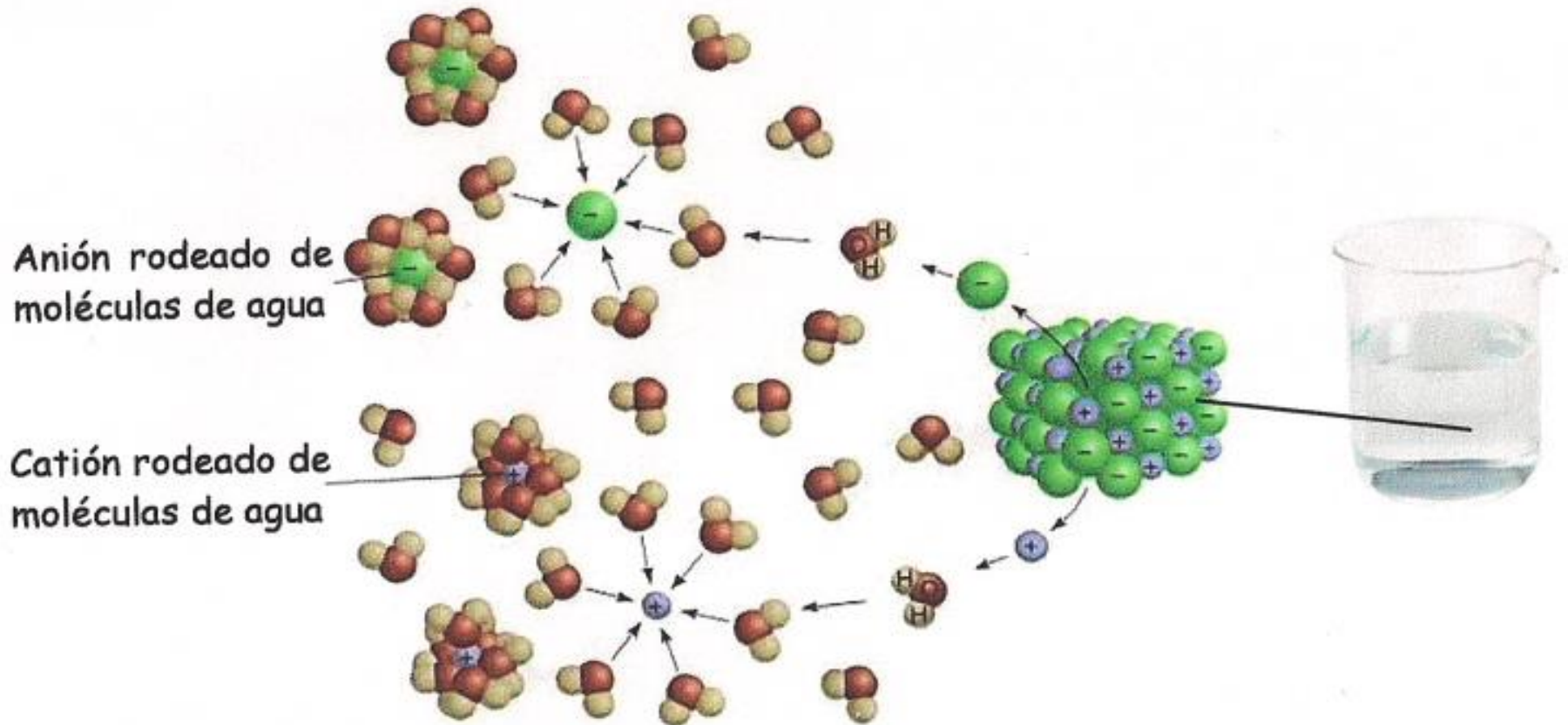
# 5 - Propiedades de las Proteínas

- Las propiedades de las proteínas dependen de sus radicales (R) y de la capacidad que tienen éstos de reaccionar con otras moléculas
- Las principales propiedades son:

## Solubilidad

- En general las proteínas **fibrosas son insolubles y las globulares solubles.**
- La solubilidad es debida a los radicales de los aminoácidos que, al ionizarse, establecen puentes de hidrógeno con las moléculas de agua. Se forma una capa de moléculas de agua (capa de solvatación) que impide que se pueda unir a otras proteínas lo cual provocaría su precipitación (insolubilización).
- Debido a su elevada masa molecular cuando se disuelven, **dan dispersiones coloidales.**

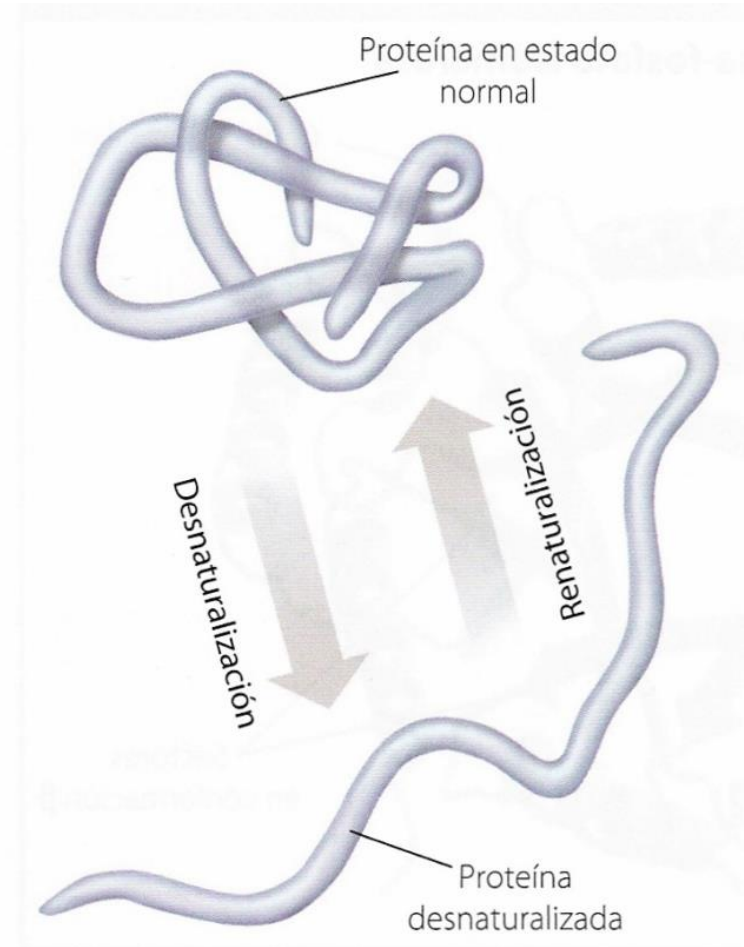
# Solvatación de los compuestos iónicos vista en el tema 1





## Desnaturalización

- Es la pérdida de la estructura cuaternaria, terciaria y secundaria, debido a la rotura de los enlaces que las mantienen. Solo se conserva la primaria.
- Son ejemplos de desnaturalización la **leche cortada** debido a la desnaturalización de la caseína, la **precipitación de la clara de huevo** al desnaturalizarse la ovoalbúmina por efecto del calor. La permanente del pelo.



Desnaturalización y renaturalización de una proteína. La leche cortada se debe a la desnaturalización de la caseína y la precipitación de la clara del huevo se produce por la desnaturalización de la ovoalbúmina debido al efecto del calor.

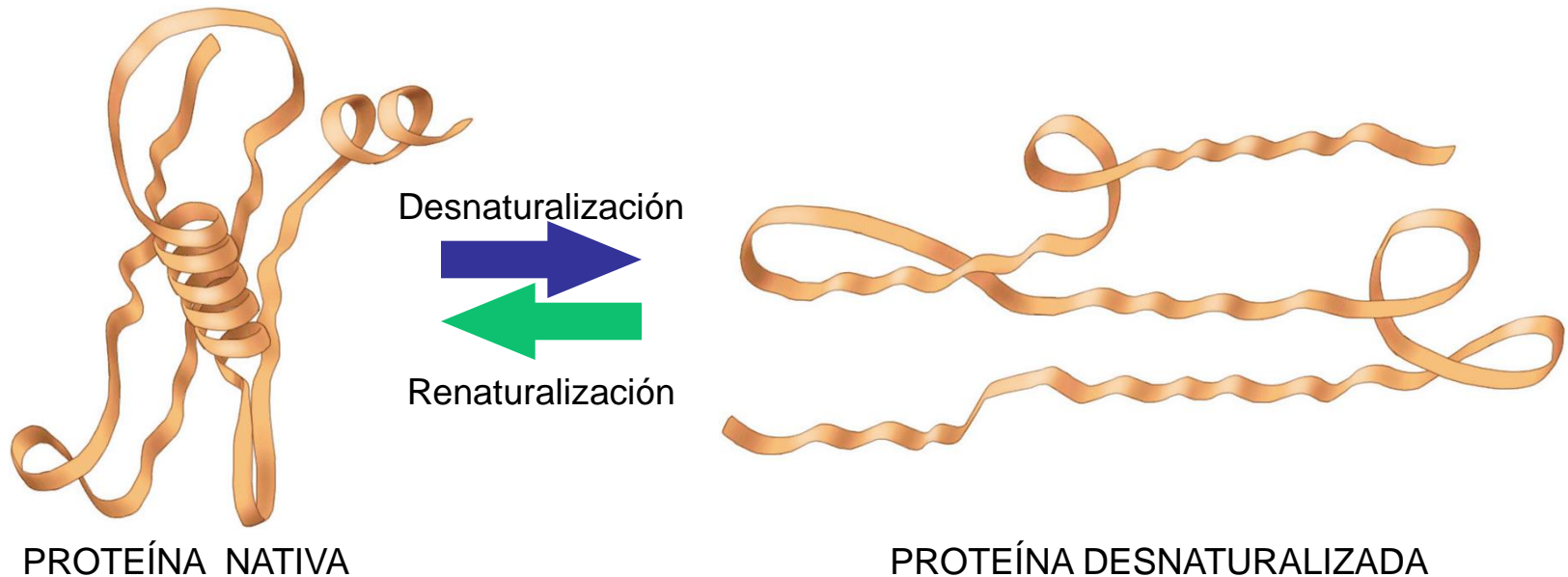
# Desnaturalización

- Esta ruptura puede ser **producida por** cambios de pH, variaciones de temperatura, alteraciones de la concentración salina del medio...
- Cuando una proteína se desnaturaliza, generalmente adopta una estructura filamentosa y precipita ( **disminución de la solubilidad**)
- Las proteínas , en este estado, no pueden llevar a cabo la actividad para la que fueron diseñadas, es decir **no son funcionales**.
- La desnaturalización no afecta a los enlaces peptídicos; al volver a las condiciones normales, la proteína puede, en algunas ocasiones, recuperar la conformación primitiva , lo que se denomina **renaturalización**.

# Desnaturalización y renaturalización de una proteína

La desnaturalización es la pérdida de las estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria.

Puede estar provocada por cambios de pH, de temperatura o por sustancias desnaturalizantes.



En algunos casos la desnaturalización puede ser reversible.

## Especificidad

- Es una de las propiedades más características y se refiere a que cada una de las **especies** de seres vivos es capaz de fabricar sus propias proteínas (diferentes de las de otras especies). Cuanto más lejanas sean dos especies en su evolución más diferentes son sus proteínas.
- Aún, dentro de una misma especie hay diferencias protéicas **entre los distintos individuos** de la misma especie. Esto no ocurre con los glúcidos y lípidos, que son comunes a todos los seres vivos. Cada ser vivo fabrica sus propias proteínas de acuerdo con su ADN.
- La especificidad de las proteínas explica la compatibilidad o no de **trasplantes** de órganos. Entre familiares los trasplantes son más exitosos.

## Capacidad amortiguadora

- Las proteínas están constituidas por aminoácidos, y por eso también tienen un **comportamiento anfótero**, es decir, pueden comportarse como un ácido, liberando protones ( $H^+$ ), o bien como una base, aceptando protones. Debido a ello las proteínas disueltas tienden a neutralizar las variaciones de pH del medio, es decir, forman **disoluciones tampón o amortiguadoras**.

# 6.- La clasificación de las proteínas

**6.1- Holoproteínas:** formadas solo por aminoácidos

**6.2-Heteroproteínas:** formadas por una parte proteica (aminoácidos), y una no proteica llamada **grupo prostético**.

**6.1- Holoproteínas:** Se clasifican según su estructura en dos grupos:

➤ **Proteínas filamentosas.** Son insolubles en agua y se encuentran en los animales. Las moléculas forman fibras paralelas.

- **Colágenos.** Da resistencia huesos, cartílagos, piel...
- **Queratinas.** En formaciones epidérmicas: cabello, uñas, lana, cuernos, pezuñas, plumas, etc.
- **Miosina.** Contracción y relajación de las fibras musculares.
- **Fibroína:** forma los hilos de seda
- **Elastinas.** Da elasticidad a los vasos sanguíneos. Confieren gran elasticidad.
- **Fibrina.** Interviene en la coagulación sanguínea.

➤ **Proteínas globulares.** Son solubles en agua o disoluciones polares.

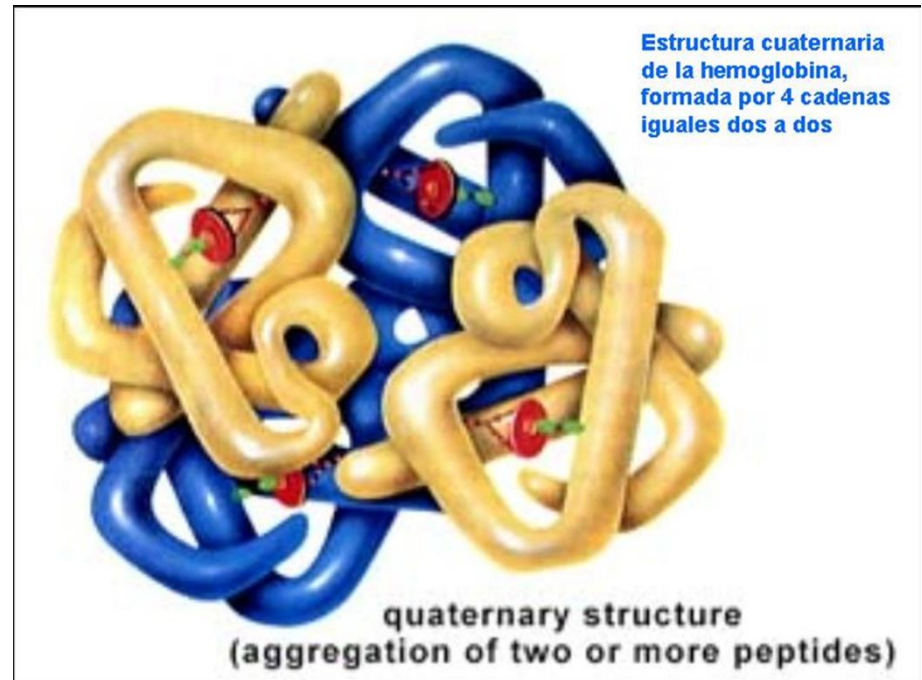
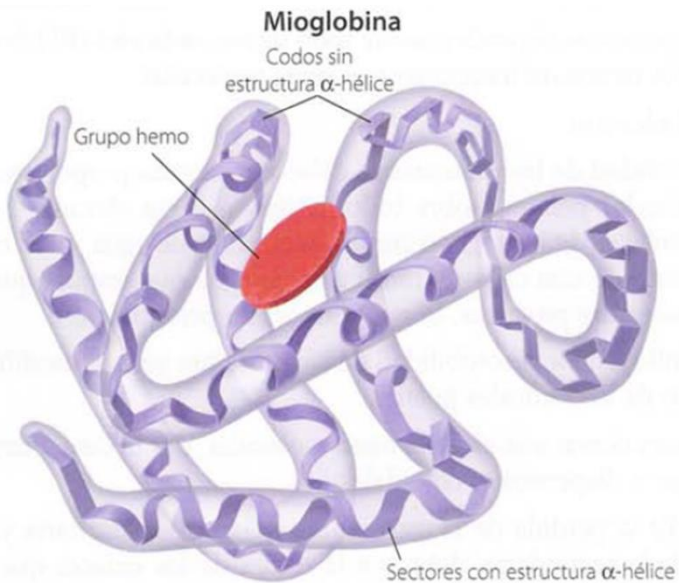
Destacan

- **Histonas.** Se encuentran en el núcleo celular, asociadas al ADN.
- **Albúminas.** Función de reserva o de transporte. Ovoalbúmina del huevo, seroalbúmina de la sangre, lactoalbúmina de la leche.
- **Globulinas.** Asociadas a glúcidos forman las inmunoglobulinas o anticuerpos.
- **Actina:** responsable de la contracción muscular junto con la miosina.

**6.2-Heteroproteínas:** formadas por una parte proteica (aminoácidos),  
y una no proteica llamada **grupo prostético**.

### ❑ Cromoproteínas

Grupo prostético: un pigmento (sustancia con color). La hemoglobina y la mioglobina que transportan oxígeno en la sangre y en el músculo.

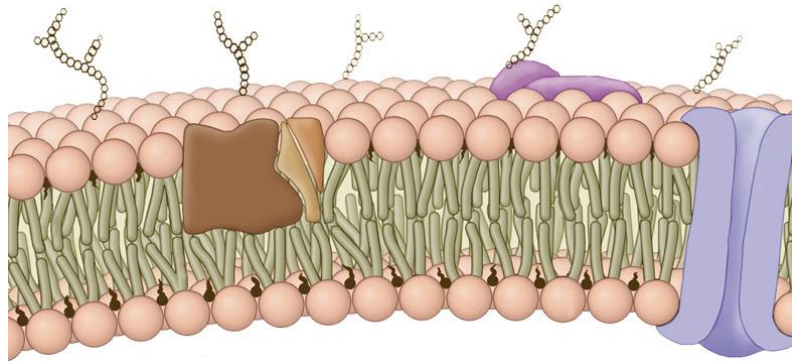




## ❑ Glicoproteínas

Su grupo prostético contiene glúcidos.

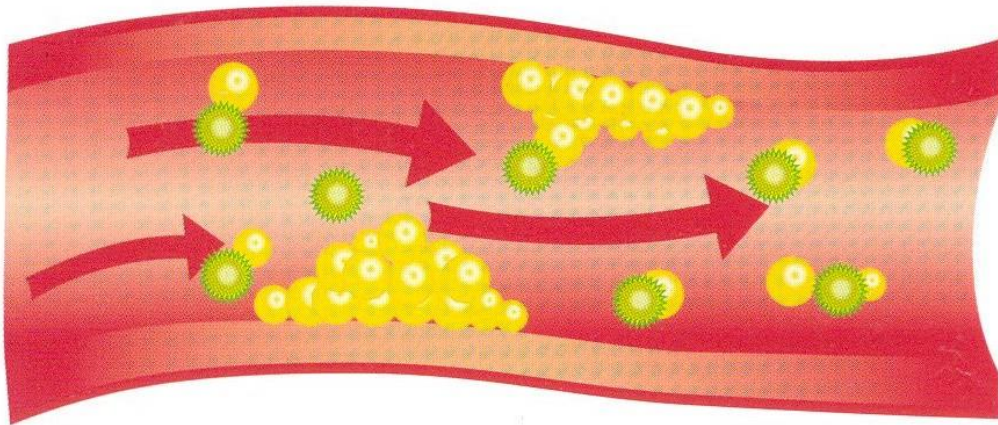
- Inmunoglobulinas o anticuerpos de la sangre.
- Glucoproteínas de las membranas celulares (glucocálix).
- **Hormonas que controlan los órganos sexuales (FSH, LH, TSH.)**



## ❑ Lipoproteínas

Grupo prostético es un lípido.

- Lipoproteínas de las membranas celulares.
- Lipoproteínas sanguíneas, hidrosolubles, que transportan lípidos insolubles como colesterol y triglicéridos por la sangre.



## Hay dos clases de colesterol



**El colesterol malo:** Considere al colesterol de las LDL como el colesterol "malo" que obstruye sus arterias con placas.



**El colesterol bueno:** Considere al colesterol de las HDL como el colesterol "bueno" que "limpia" sus arterias llevándose el exceso de colesterol "malo" de las LDL.

## ❑ Nucleoproteínas

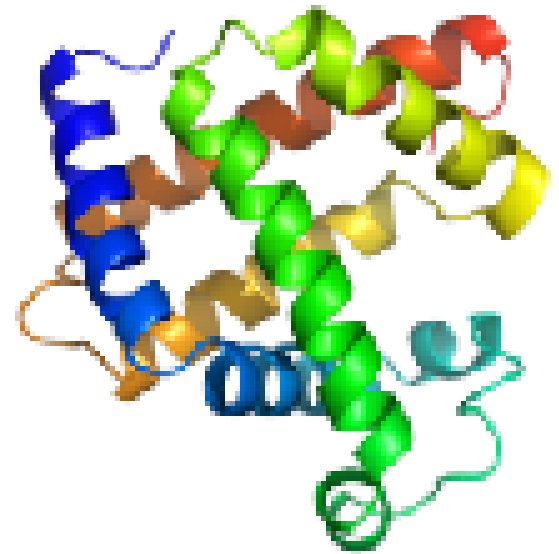
Grupo prostético: un ácido nucleico.

- Son las asociaciones de ADN con proteínas (histonas) que forman la cromatina del núcleo celular .

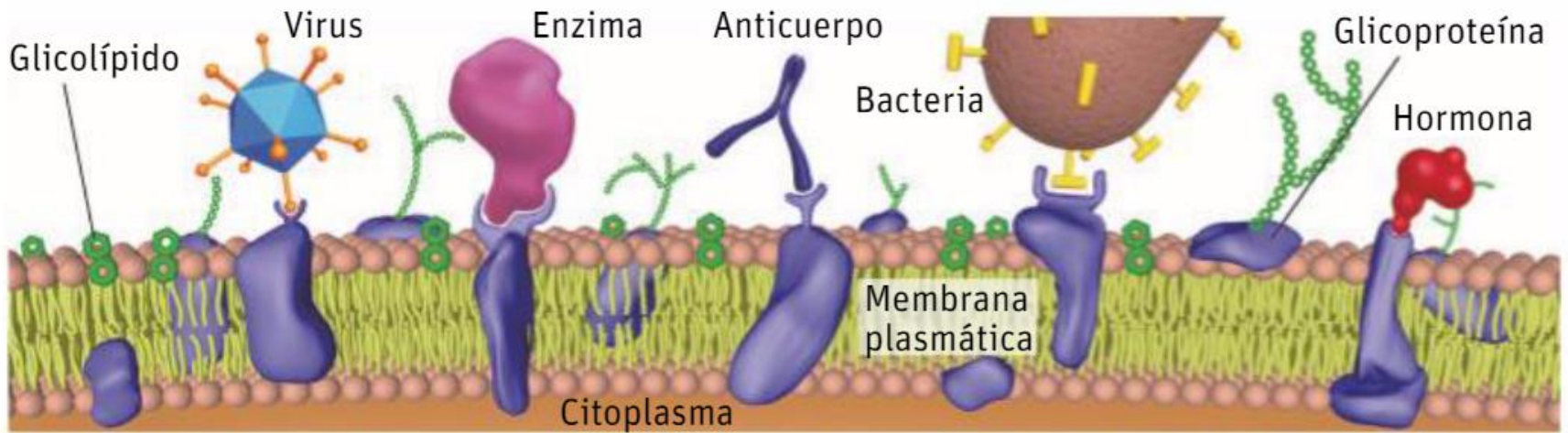
## ❑ Fosfoproteínas

Grupo prostético: ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

- **Caseína** de la leche.
- **Vitelina de la yema de huevo.**



• Caseína



**Figura 5.21.** Proteínas de la superficie exterior de la membrana plasmática encargadas del reconocimiento de señales químicas.

# Clasificación de las proteínas: holoproteínas

## PROTEÍNAS FIBROSAS

- Generalmente, los polipéptidos que las forman se encuentran dispuestos a lo largo de una sola dimensión.
- Son proteínas insolubles en agua.
- Tienen funciones estructurales o protectoras.

### COLÁGENO

Se encuentra en tejido conjuntivo, piel, cartílago, hueso, tendones y córnea.

### MIOSINA Y ACTINA

Responsables de la contracción muscular.

### QUERATINAS

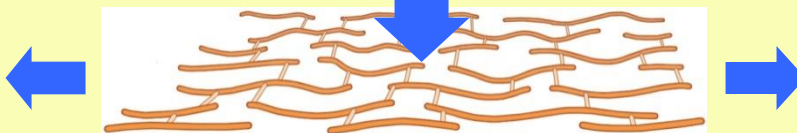
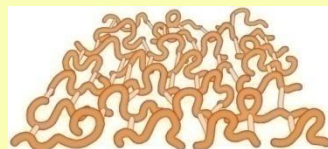
Forman los cuernos, uñas, pelo y lana.

### FIBRINA

Interviene en la coagulación sanguínea.

### ELASTINA

Proteína elástica.



## PROTEÍNAS GLOBULARES

- Más complejas que las fibrosas.
- Plegadas en forma más o menos esférica.

### ALBÚMINAS

Realizan transporte de moléculas o reserva de aminoácidos.

### GLOBULINAS

Diversas funciones, entre ellas las inmunoglobulinas que forman los anticuerpos.

### HISTONAS Y PROTAMINAS

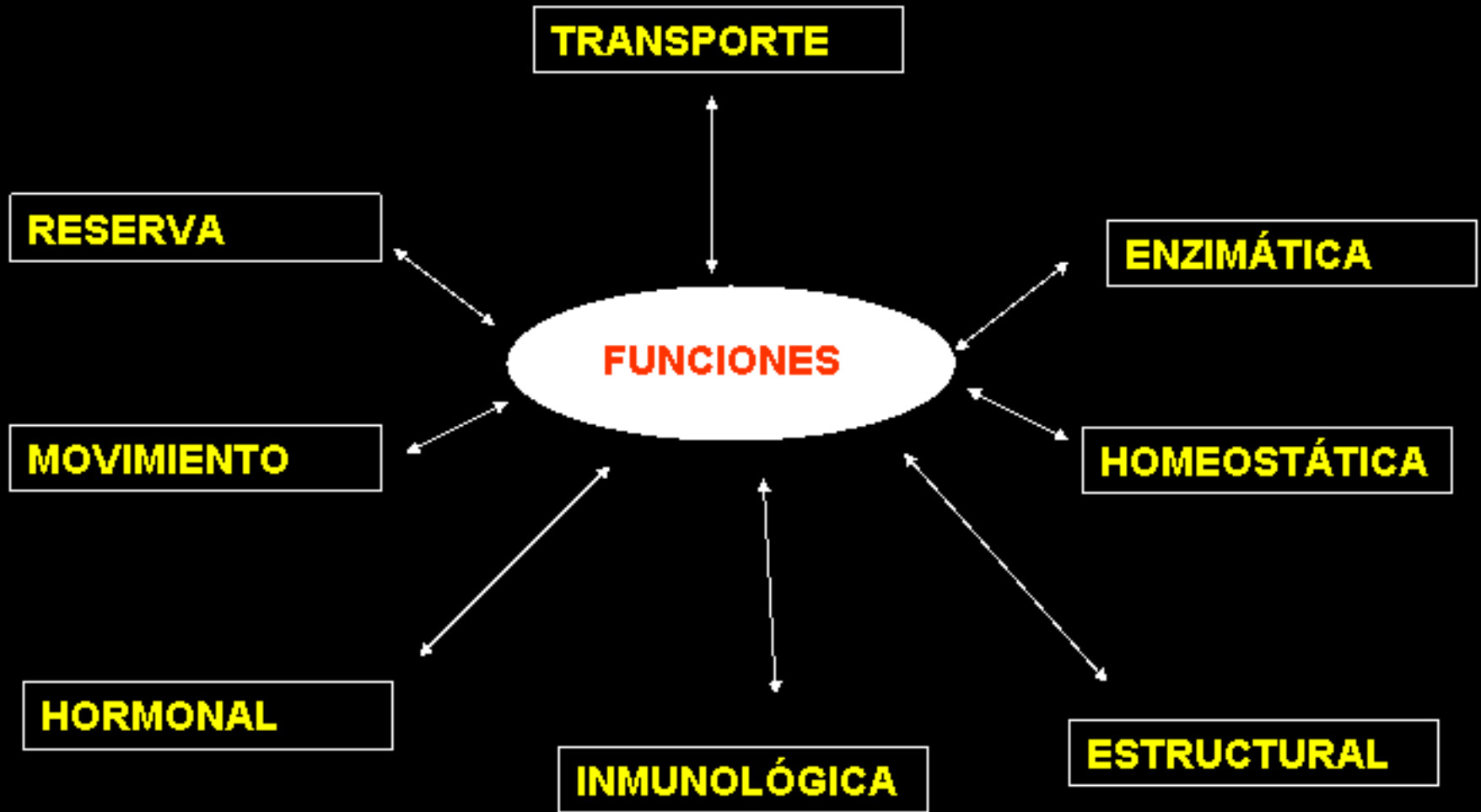
Se asocian al ADN permitiendo su empaquetamiento.

# Clasificación de las proteínas:

**Heteroproteínas** En su composición tienen una proteína (**grupo proteico**) y una parte no proteica (**grupo prostético**).

HETEROPROTEÍNA	GRUPO PROSTÉTICO	EJEMPLO
Cromoproteína	Pigmento <i>Grupo hemo</i>	<i>Hemoglobina</i>
Nucleoproteína	Ácidos nucleicos	<i>Cromatina</i>
Glucoproteína	Glúcido	<i>Anticuerpos y glicoproteínas de membrana</i>
Fosfoproteína	Ácido fosfórico	<i>Caseína de la leche</i>
Lipoproteína	Lípido	<i>Prot transportadoras del colesterol en la sangre</i>

# 7. Las funciones de las proteínas





## FUNCIONES DE LAS PROTEÍNAS

- **Enzimática.** Todas las reacciones que se producen en los organismos son catalizadas por moléculas orgánicas. Las enzimas son las moléculas que realizan esta función en los seres vivos. Todas las reacciones químicas que se producen en los seres vivos necesitan su enzima y todas las enzimas son proteínas.
- **Homeostática.** Ciertas proteínas mantienen el equilibrio osmótico del medio celular y extracelular.
- **De reserva.** En general las proteínas no tienen función de reserva, pero pueden utilizarse con este fin en algunos casos especiales como por ejemplo en el desarrollo embrionario: ovoalbúmina del huevo, caseína de la leche y gliadina del trigo.
- **Transporte,** de gases, como es el caso de la hemoglobina, o de lípidos, como la seroalbúmina. Ambas proteínas se encuentran en la sangre. Las **permeasas**, moléculas que realizan los intercambios entre la célula y el exterior, son también proteínas.
- **Estructural.** Las proteínas constituyen muchas estructuras de los seres vivos. Las membranas celulares contienen proteínas. En el organismo, en general, ciertas estructuras -cartílago, hueso- están formadas, entre otras sustancias, por proteínas.
- **Movimiento.** Actúan como elementos esenciales en el movimiento. Así, la actina y la miosina, proteínas de las células musculares, son las responsables de la contracción de la fibra muscular.
- **Hormonal.** Las hormonas son sustancias químicas que regulan procesos vitales. Algunas proteínas actúan como hormonas, por ejemplo: la insulina, que regula la concentración de la glucosa en la sangre.
- **Inmunológica.** Los anticuerpos, sustancias que intervienen en los procesos de defensa frente a los agentes patógenos, son proteínas.