Colegio de
San Francisco de Paula

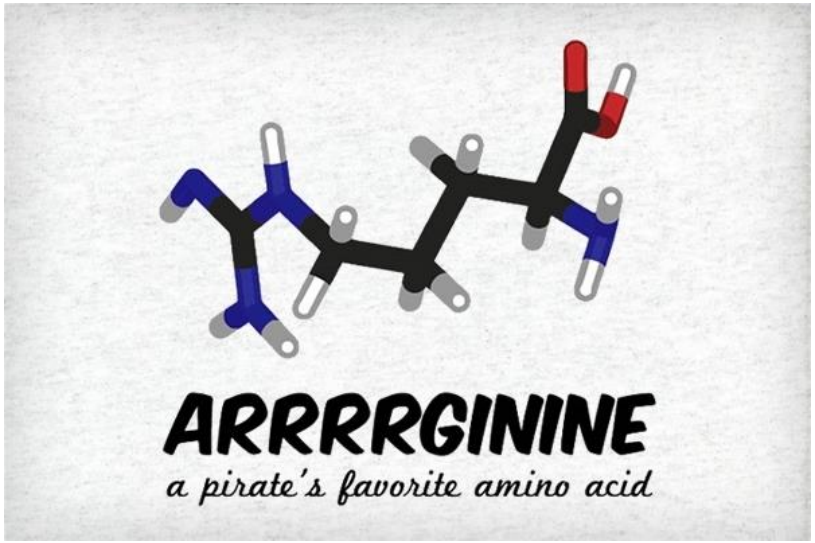
BLOQUE 1. BASE MOLECULAR Y FISICOQUÍMICA PARA LA VIDA

1.5 Proteínas

International Baccalaureate

Germán Tenorio

Biología 12º



Idea Fundamental: Las proteínas tienen una amplia variedad de funciones en los organismos vivos.

Proteínas

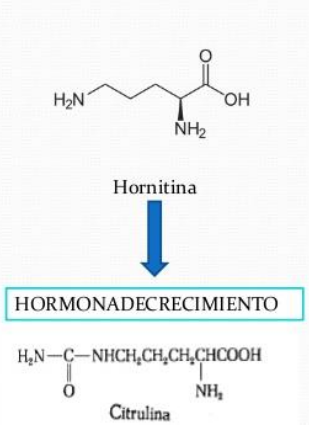
- Grupo de **moléculas orgánicas más abundantes** de los seres vivos (50% del peso celular seco), formadas por C, H, O y N, y en ocasiones aparecen P y S.
- **Concepto**: Polímeros denominados **polipéptidos**, constituidos por la unión de moléculas denominadas **aminoácidos** (monómeros). **Junto con los ácidos nucleicos son portadores de información genética**, ya que el ordenamiento de sus monómeros (Aa) no obedece al azar, sino a instrucciones heredadas de nuestros antecesores a lo largo del proceso evolutivo.
- Las proteínas ejecutan las órdenes dadas por los ácidos nucleicos.

- **Importancia biológica**: No radica exclusivamente en su abundancia, sino sobre todo, en su **multifuncionalidad**, ya que realizan infinidad de funciones, siendo imprescindibles para el mantenimiento de los procesos vitales.

Aminoácidos

- **Los aminoácidos son las unidades básicas (monómeros) que se unen entre si mediante condensación para formar polipeptidos**. Se obtienen por tanto, a partir de la **hidrólisis** de polipéptidos o proteínas.
- En la naturaleza existen muchos Aa que no forman parte de las proteínas y que tienen funciones propias, como intermediarios metabólicos y ciertos neurotransmisores, que tienen estructura de aminoácido aunque no aparecen en las proteínas. Son los llamados **aminoácidos no proteicos**.

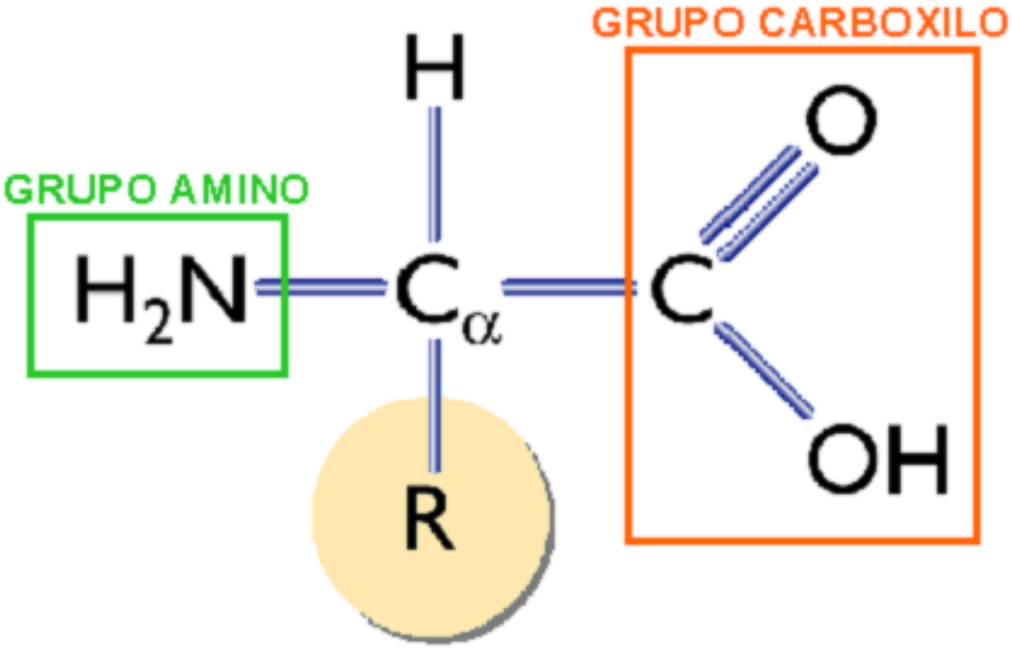
Aminoácidos esenciales	Aminoácidos No esenciales
Isoleucina	Alanina
Leucina	Arginina
Lisina	Aspargina
Metionina	Ácido Aspartico
Fenilalanina	Cistenina
Treonina	Ácido Glutámico
Triptofano	Glicina
Valina	Prolina
Histidina (en niños)	Serina
	Tirosina
	Histidina (en adultos)



- Sólo hay **20 Aa que formen proteínas (aminoácidos proteicos)** y se denominan aminoácidos proteicos. Diéz de ellos son esenciales y hay que incluirlos en la dieta al no poder sintetizarlos.

Aminoácidos

- Todos los Aa tienen en común un **grupo amino** (**-NH_2**) y un **grupo ácido carboxílico** (**-COOH**), unidos covalentemente a un **átomo de carbono** (carbono alfa), al cual también se une un **átomo de hidrógeno** y una **cadena lateral** (**R**), que es lo que diferencia a una Aa de otro.
- Existe una cadena R para cada Aa, que al ser químicamente distintas, les proporcionan propiedades químicas diferentes a los distintos Aa.

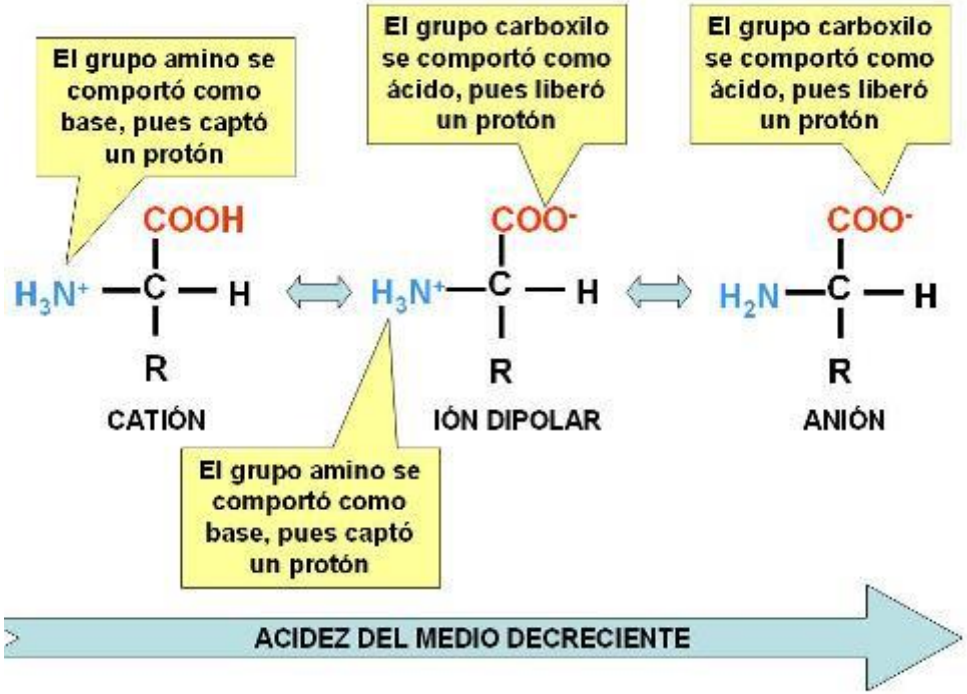


Propiedades de los aminoácidos

- **Carácter anfótero**: Una molécula se denomina así cuando puede comportarse como un ácido o como una base dependiendo del pH del medio en el que se encuentre. Si la disolución es ácida, el grupo $-NH_2$ capta protones y los Aa se comportan como una base. Si la disolución es básica, el grupo –COOH cede protones y los Aa se comportan como un ácido.

- En las condiciones fisiológicas más comunes (pH=7), ambos grupos se encuentran ionizados, apareciendo como **iones dipolares** o dobles. Algunos Aa poseen en sus cadenas laterales R otros grupos amino o carboxilo que también se pueden ionizar.

- El **punto isoeléctrico** es el valor de pH al que un aminoácido presenta una carga neta igual al cero.

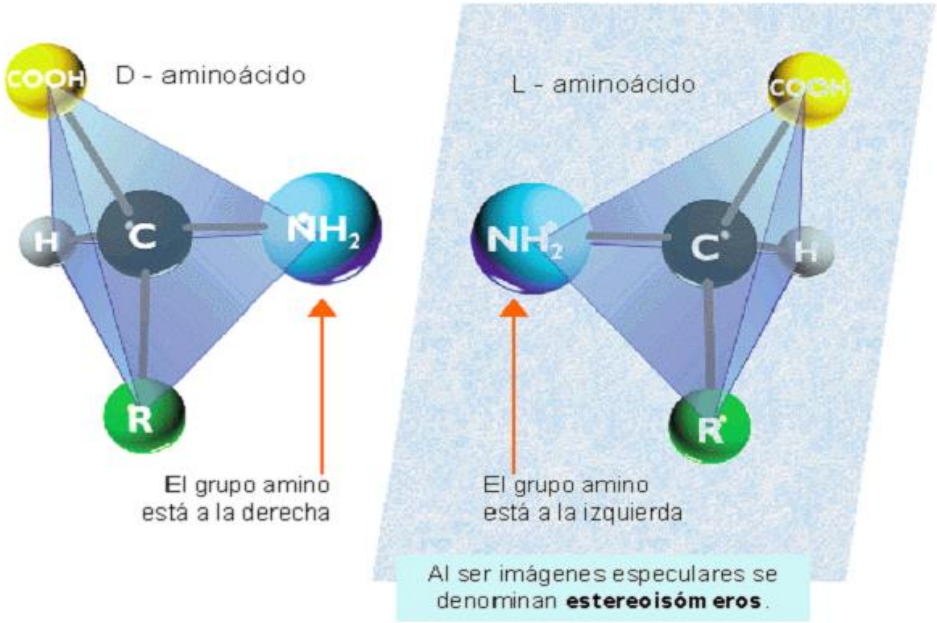


Propiedades de los aminoácidos

- **Estereoisomería**: Como el carbono alfa es **asimétrico**, excepto en el aminoácido glicina donde el grupo R es otro átomo de hidrógeno, los aminoácidos pueden presentar dos configuraciones espaciales distintas o **estereoisómeros**.

- Las proteínas se forman con **L-aminoácidos**, donde el grupo amino se localiza a la izquierda del carbono asimétrico.

- Cada uno de los esteroisómeros presenta distinta actividad óptica, desviando la luz polarizada a la **derecha** (**dextrógiros**) y se representan con el signo (**+**), o bien a la **izquierda** (**levógiros**), que se representan con el signo (**-**).



Clasificación de los aminoácidos

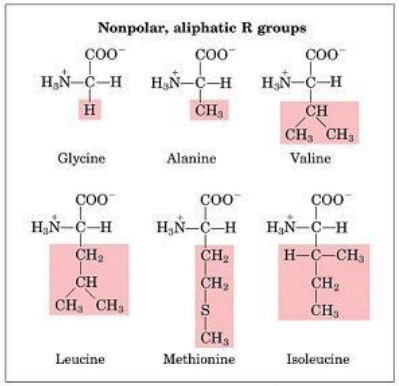
- **Hay veinte aminoácidos diferentes en los polipéptidos sintetizados en los ribosomas,** que se diferencian en sus cadenas laterales R.

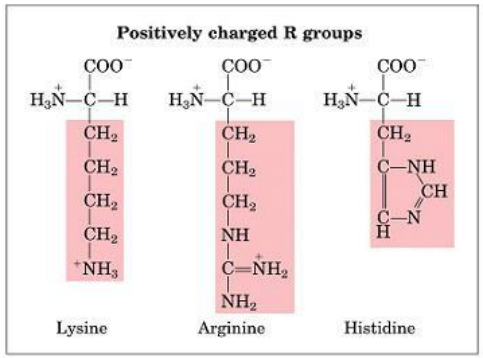
- **En función de la polaridad** de dichas cadenas al interaccionar en medio acuoso, los Aa se clasifican en tres grupos:

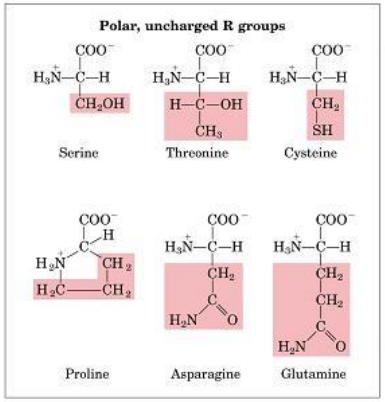
  - apolares

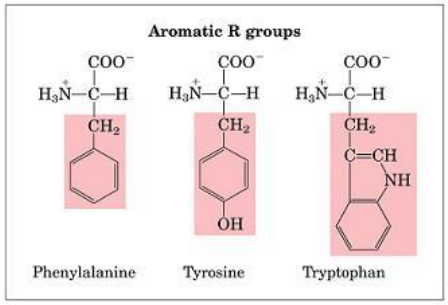
  - polares sin carga

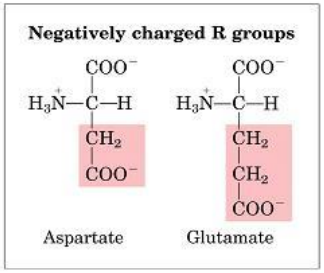
  - polares con carga (**ácidos** o **bases**).







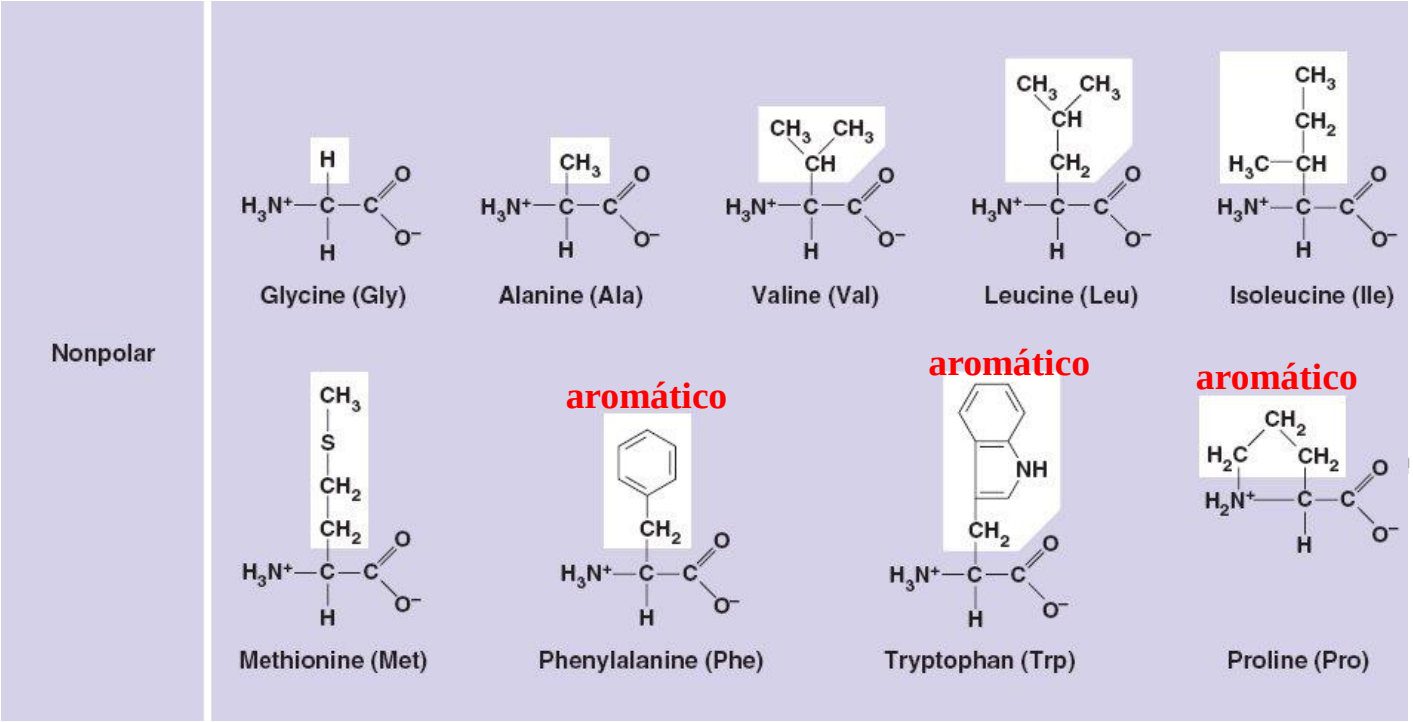




Clasificación de los aminoácidos

- **Apolares**: Son 9 aminoácidos cuya cadena R posee grupos hidrofóbicos que interaccionan con otros grupos hidrofóbos mediante fuerzas de Van der Waals.

IMAGEN: https://classconnection.s3.amazonaws.com



- Pueden ser <u>alifáticos</u> (6) cuando R es de dicha naturaleza, o bien <u>aromáticos</u> (3) cuando R contienen anillos aromáticos.

Clasificación de los aminoácidos

- **Polares sin carga**: Son 6 aminoácidos cuya cadena R posee grupos polares capaces de formar enlaces de hidrógeno con otros grupos polares.

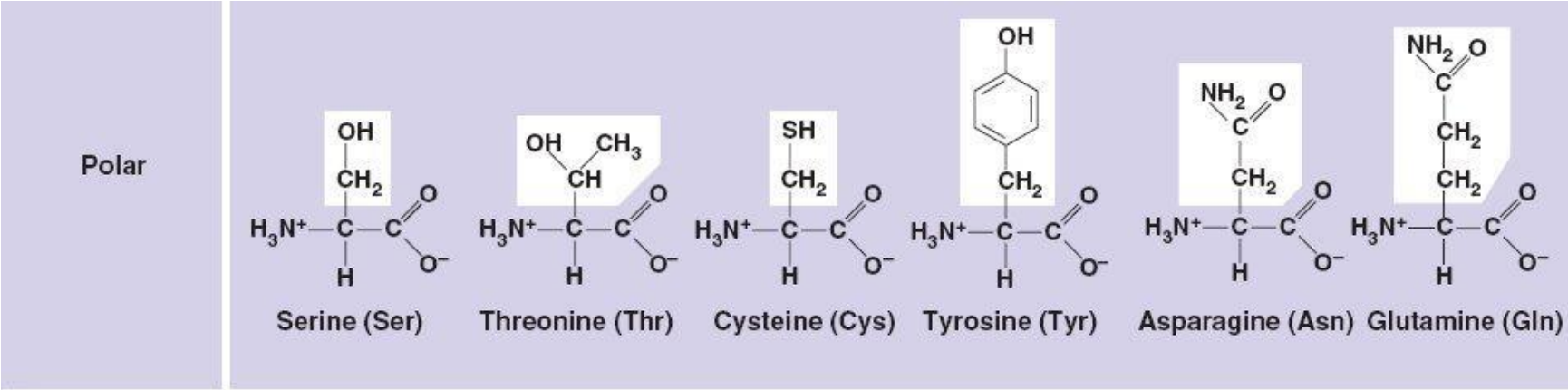


IMAGEN: https://classconnection.s3.amazonaws.com

Clasificación de los aminoácidos

- **Polares con carga**: Son 5 aminoácidos cuya cadena R posee grupos polares cargados. Pueden establecer enlaces electrostáticos entre grupos de distinta carga. Pueden ser **ácidos**, cuando presentan un grupo carboxilo en la cadena R, por lo que tienen carga negativa (2), o bien **básicos**, que presentan algún grupo amino en su cadena R, por lo que tienen carga positiva (3).

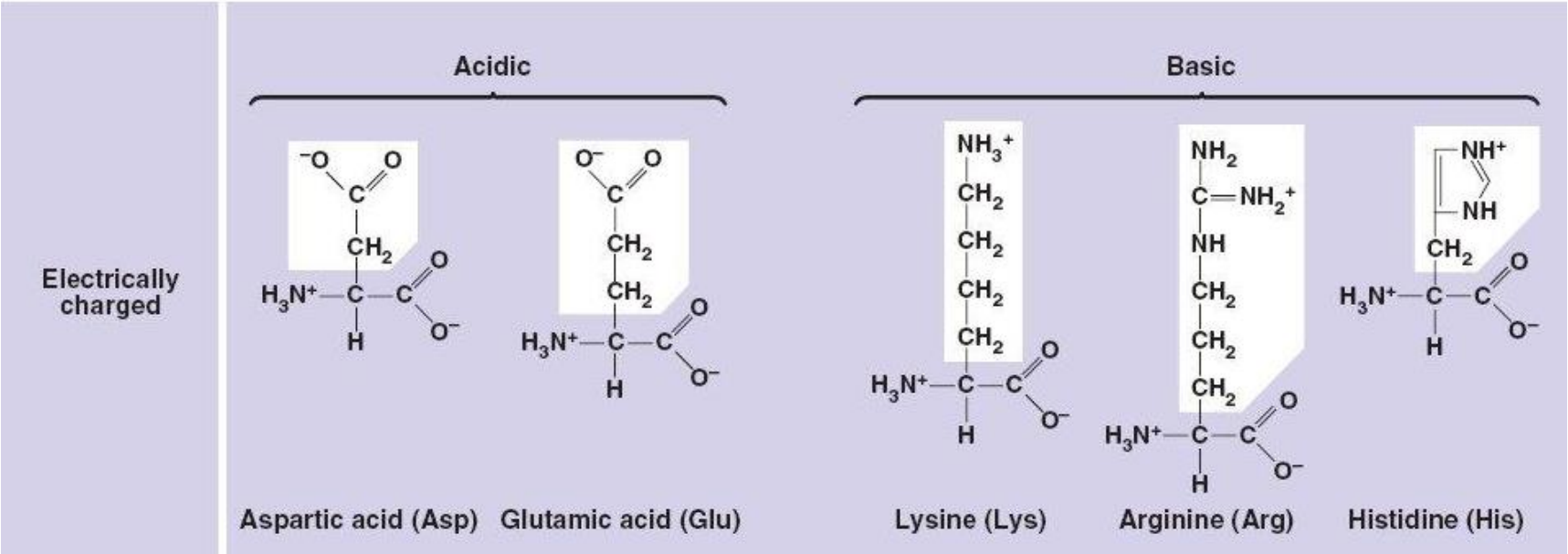


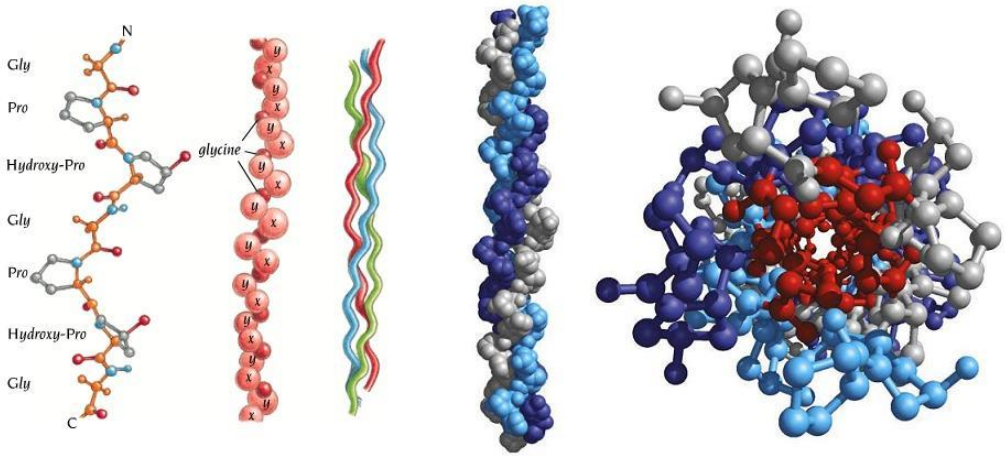
IMAGEN: https://classconnection.s3.amazonaws.com

Clasificación de los aminoácidos*

- Algunas proteínas pueden contener aminoácidos que no pertenecen a estos 20 aminoácidos básicos, pero en la mayoría de los casos, se debe a una modificación que sufre uno de los 20 aminoácidos básicos, una vez que se ha sintetizado un polipéptido.

IMAGEN: http://bifi.es/

- Un ejemplo lo constituye el **colágeno**, proteína estructural que aporta fuerza de tensión en en los tendones, ligamentos, piel o vasos sanguíneos.
- El colágeno presenta algunos aminoácidos de prolina modificados, en forma de **hidroxiprolina**, que le aporta más estabilidad a la molécula.



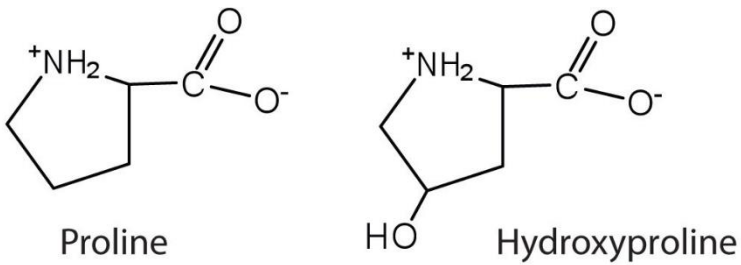
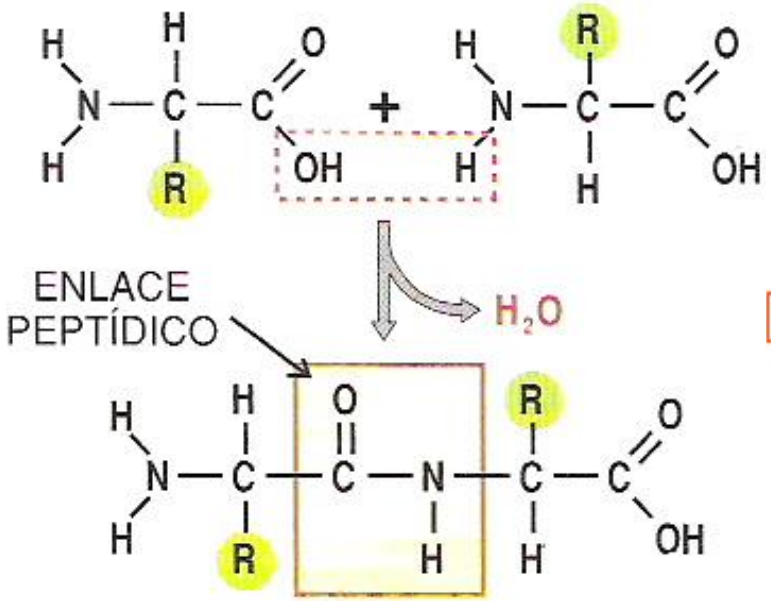
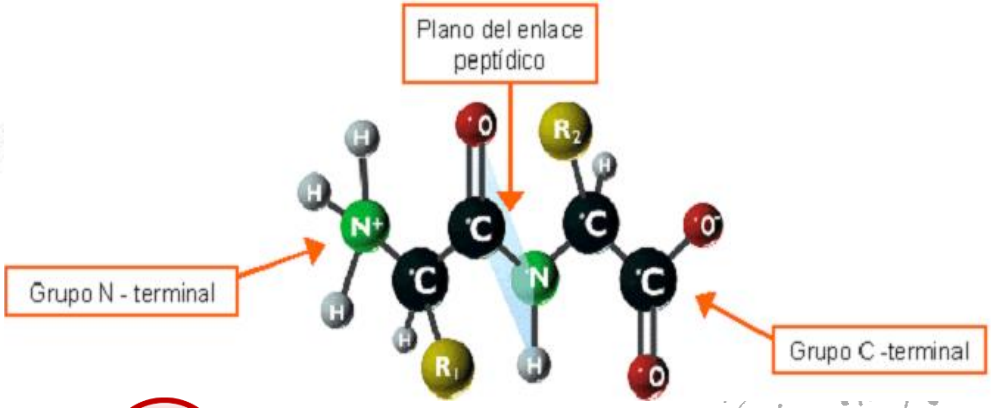


IMAGEN: chemwiki.ucdavis.edu

Formación enlace peptídico

- Enlace que se establece entre el **grupo carboxilo (-COOH)** de un aminoácido con el **grupo amino (-NH_2)** de otro aminoácido. Su formación es una **reacción de condensación** donde se pierde una molécula de agua. Mediante la reacción inversa, de hidrólisis, se liberan los Aa.

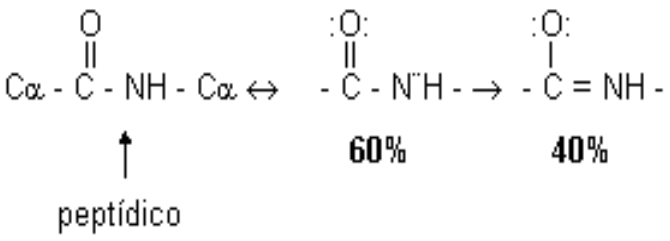




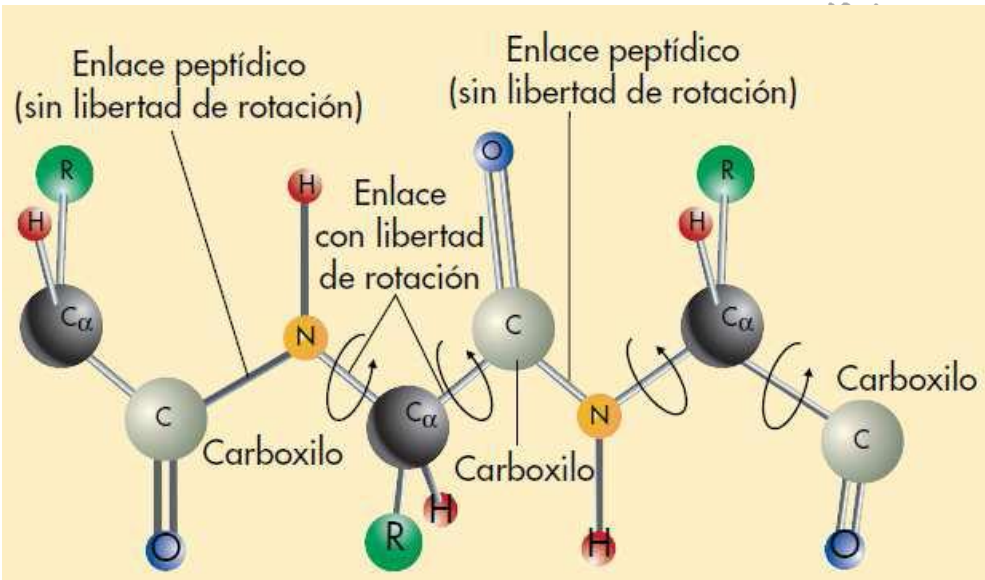
- Este es un enlace covalente de tipo amida sustituido, en el que el grupo carboxilo de un Aa se une al amino de otro, perdiéndose en el proceso una molécula de agua. El compuesto formado se llama dipéptido. El enlace es de tipo **amida**, y a su vez puede ser hidrolizado, separándose los dos Aa.

Enlace peptídico: Características

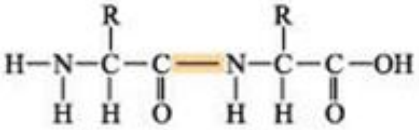
- El enlace se estabiliza porque los átomos de C, O y N comparten electrones, lo que hace que aparezcan formas **resonantes**.
- Por tanto, se puede afirmar que el enlace peptídico tiene **carácter parcial de doble enlace**, lo que impide que la molécula pueda girar alrededor del enlace peptídico, determinado que los átomos de C, N y O se encuentren en el mismo plano.



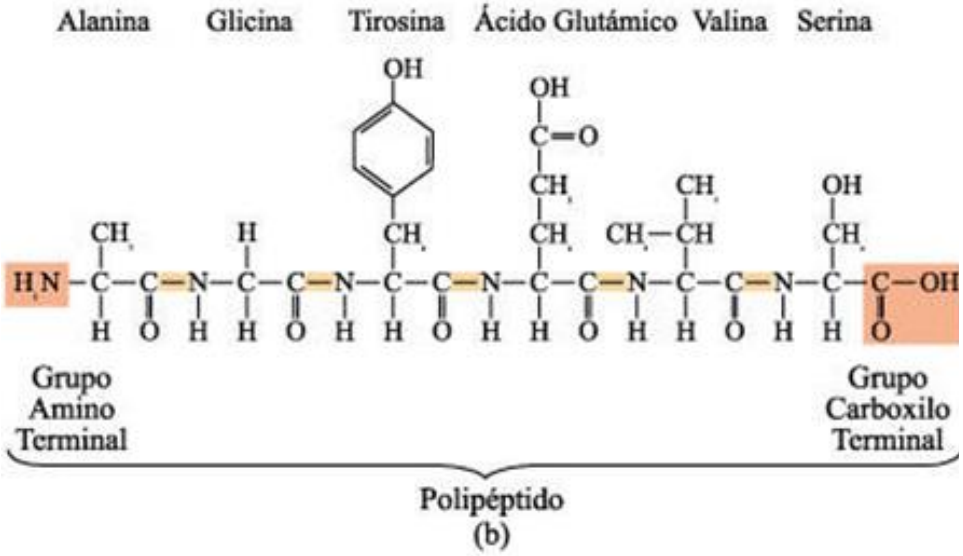
- La característica principal de este enlace radica en que no permite el giro de los elementos unidos por él, por lo que es un **enlace rígido**.



Péptidos, polipéptidos y proteínas



Dipéptido
(a)



Polipéptido
(b)

- La unión sucesiva de varios Aa origina un **polipéptido**. En los enlaces peptídicos no participan los radicales de los Aa, que quedan "colgando" del polipéptido.
- Se suele usar el término **(oligo)péptido** cuando la cadena contiene menos de 20 Aa y **polipéptido** cuando el número es mayor. Por convenio se suele considerar que una **proteína** es un polipéptido con más de 100 Aa.
- La insulina es una pequeña proteína formada de dos polipéptidos de 21 y 30 aminoácidos.

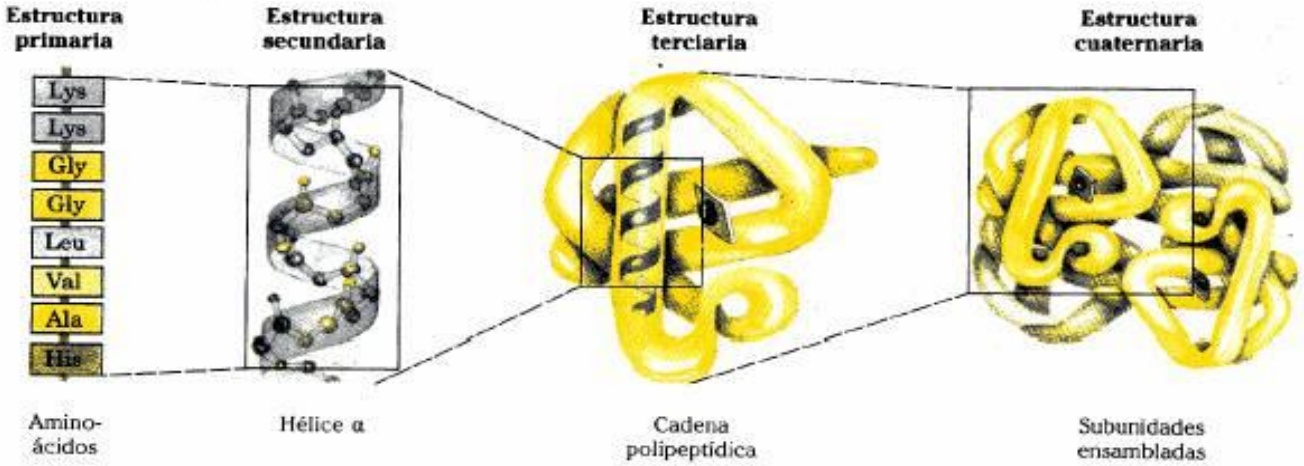
Péptidos, polipéptidos y proteínas

- **Una proteína puede consistir en un único polipéptido o en varios polipéptidos unidos entre sí**. Un ejemplo de ello se encuentra en la siguiente tabla:

Proteína	Resumen	Número de polipéptidos	Estructura tridimensional
Lisosima	Enzima que digire el peptidoglicano de la pared cellular bacteriana.	1	Terciaria
Integrina	Proteína de membrana implicada en la señalización celular.	2	Cuaternaria
Hemoglobina	Proteína para el transporte de O_2 en los eritrocitos	4	

Niveles de organización estructural de las proteínas

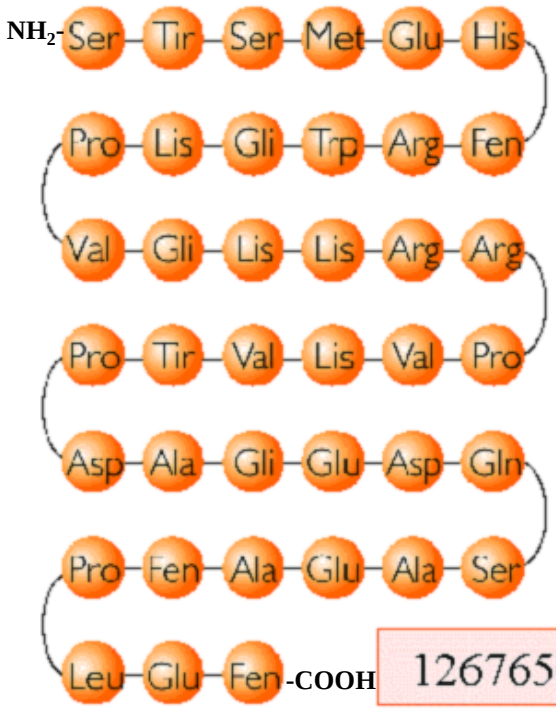
- Cada proteína posee una **estructura o conformación tridimensional única** que le confiere una **actividad biológica específica**.
- **La secuencia de aminoácidos determina la conformación tridimensional de una proteína**.



- Se pueden describir **cuatro niveles distintos de complejidad** creciente en la conformación tridimensional de una proteína, cada uno de los cuales se puede construir a partir del anterior: Estructura **primaria** o secuencia encadenada de aminoácidos; estructura **secundaria**, formada por el plegamiento de la estructura primaria; estructura **terciaria**, cuando se pliega sobre sí misma la secundaria; y estructura **cuaternaria**, cuando varias cadenas se asocian entre sí.

Estructura primaria

- Es la disposición lineal de los Aa unidos mediante enlaces peptídicos (en realidad, la sucesión de placas planas). Es distinta para cada proteína y se denomina **secuencia de Aa**: número, tipo y orden en la cadena polipeptídica.
- Como el Aa de un extremo tiene un grupo amino libre y el Aa del otro extremo un grupo carboxilo libre, por convenio, los Aa se enumeran desde su extremo amino inicial hasta el extremo carboxilo terminal.



- **Los Aa se pueden unir entre sí en cualquier secuencia, lo que proporciona una variedad enorme de posibles polipéptidos**.

- Está dispuesta en zigzag.
- El número de polipéptidos diferentes que pueden formarse es:

$$20^n$$

Número de aminoácidos de la cadena

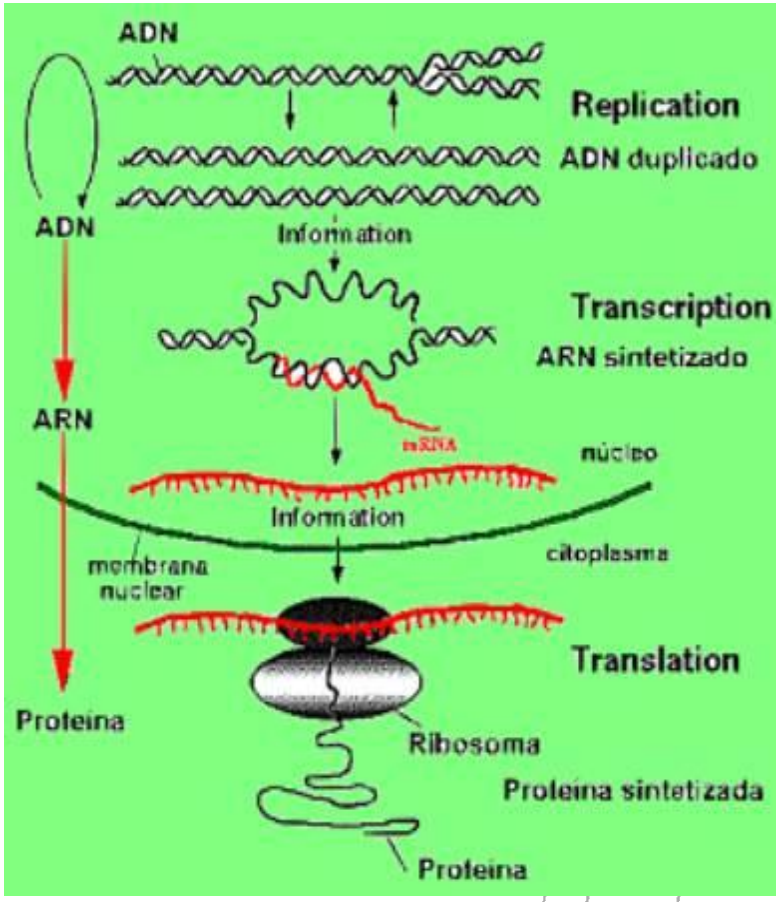
Para una cadena de 100 aminoácidos, el número de las diferentes cadenas posibles sería:

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

- Para un polipéptido de n aminoácidos existen 20^n posibles secuencias diferentes.

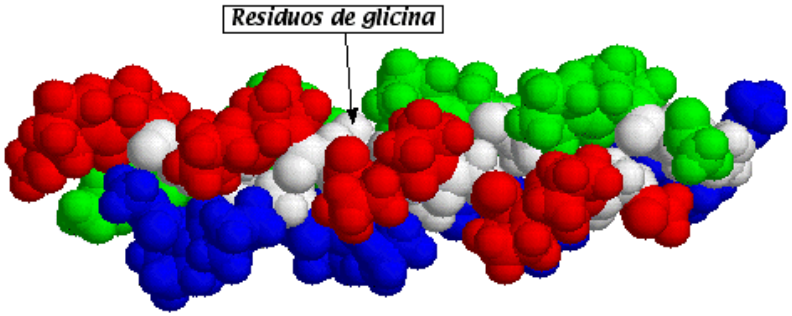
Estructura primaria

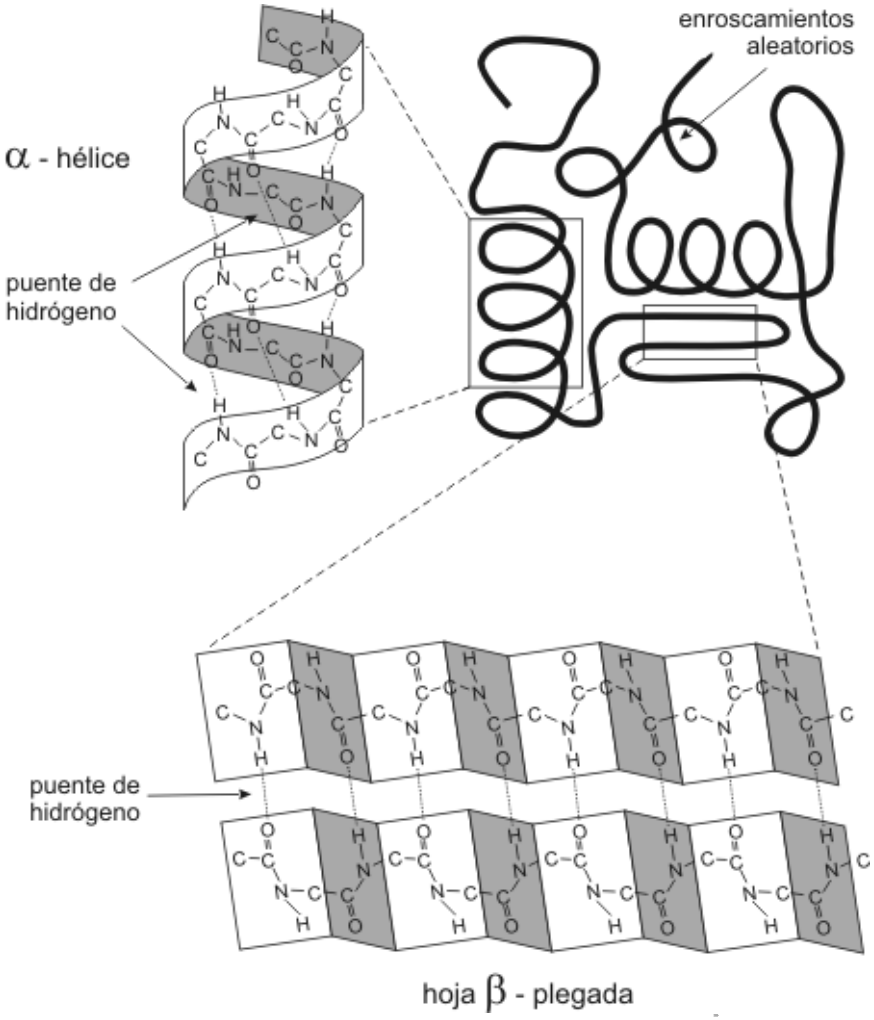
- La secuencia de aminoácidos en la cadena polipeptídica está determinada por la información codificada y almacenada en el ADN de los cromosomas en el núcleo, vía ARNm. En otras palabras, **la secuencia de aminoácidos de los polipéptidos está codificada por los genes**.
- La estructura primaria o secuencia de aminoácidos, es la conexión entre el mensaje genético contenido en el ADN y la configuración tridimensional que perfila la función biológica de la proteína a través del código genético.
- No todo el ADN codifica a aminoácidos. La secuencia de bases que codifica para un polipéptido se denomina marco abierto de lectura (ORF).



Estructura secundaria

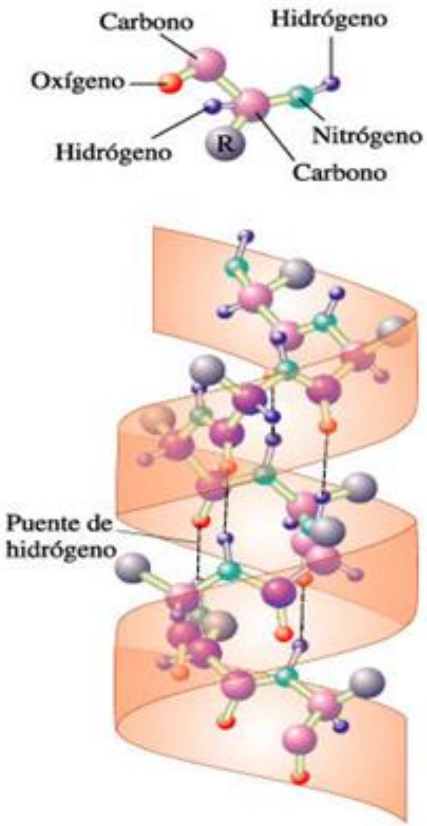
- **Las cadenas polipeptídicas se pliegan** en estado natural a medida que se sintetizan en los ribosomas, **hasta adoptar espontáneamente la configuración espacial más estable** para el medio en el que se encuentre, adquiriendo la forma tridimensional más cómoda.
- La sucesión de placas planas de la estructura primaria queda estabilizada cuando adopta **tres conformaciones secundarias espaciales posibles**: α hélice, lámina β y hélice de colágeno.



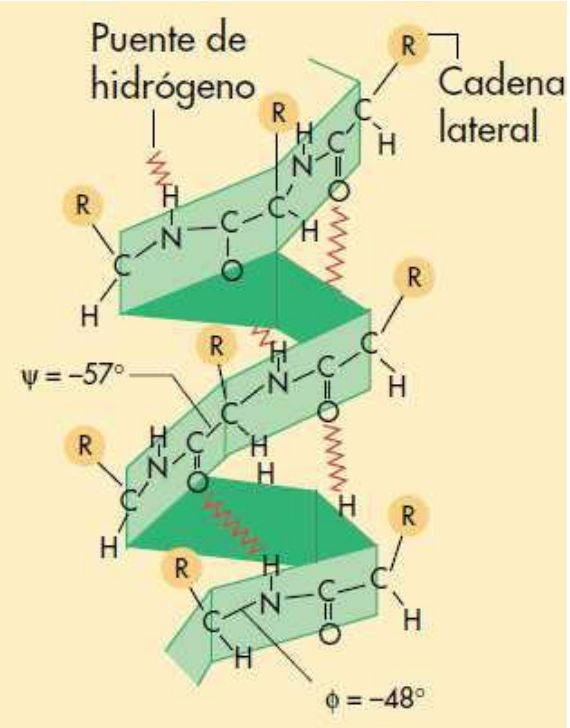


Estructura secundaria: α hélice

- Estructura semejante a un cilindro, donde la cadena polipeptídica principal, estrechamente enrollada, forma parte del interior del cilindro, y las cadenas laterales **R se colocan hacia el exterior**, en disposición helicoidal.

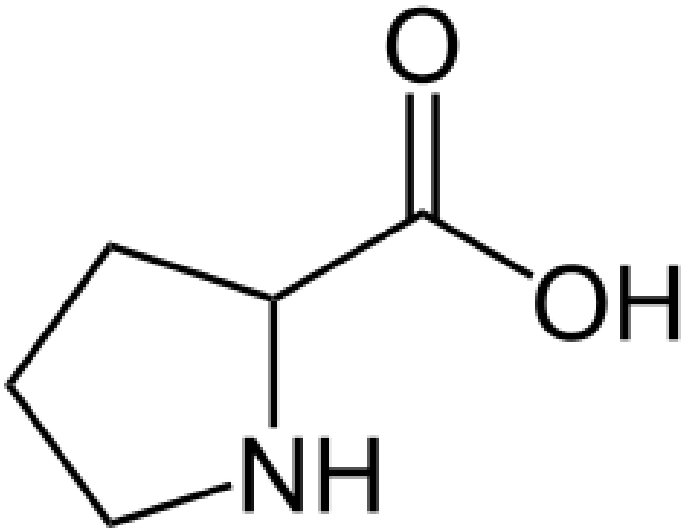


- La hélice alfa queda estabilizada por **enlaces de hidrógeno intracatenarios** entre los grupos –NH y –CO entre aminoácidos separados cuatro posiciones en la cadena principal.
- El sentido del plegamiento de una hélice puede ser dextrógiro (sentido de giro agujas del reloj) o levógiro (sentido inverso). Las α hélice naturales son **dextrógiras**.
- Se encuentra en muchas proteínas como la **miosina**.



Estructura secundaria: α hélice

- No toda la secuencia de una cadena polipeptídica pueden estar en forma de alfa hélice, ya que esta estructura está determinada por la secuencia y la naturaleza de las cadenas laterales R.
- Así, como el aminóacido prolina tiene su átomo de N del grupo amino formando parte de un anillo rígido, no es posible la rotación del enlace C-N (al contrario de lo que ocurre en los demás Aa) impidiendo la formación de los enlaces de hidrógeno. Esto hace que allí donde aparece la prolina en la secuencia, se interrumpe la alfa hélice (si existía)y se produce un rizo o curvatura.
- Algo similar ocurre si, próximos en la secuencia, se encuentran Aa cuyas cadenas laterales R sean muy voluminosas o que tengan carga, repeliéndose las de mismo signo.
- Estas curvaturas son las que van a determinar, como veremos, la estructura terciaria de las proteínas.

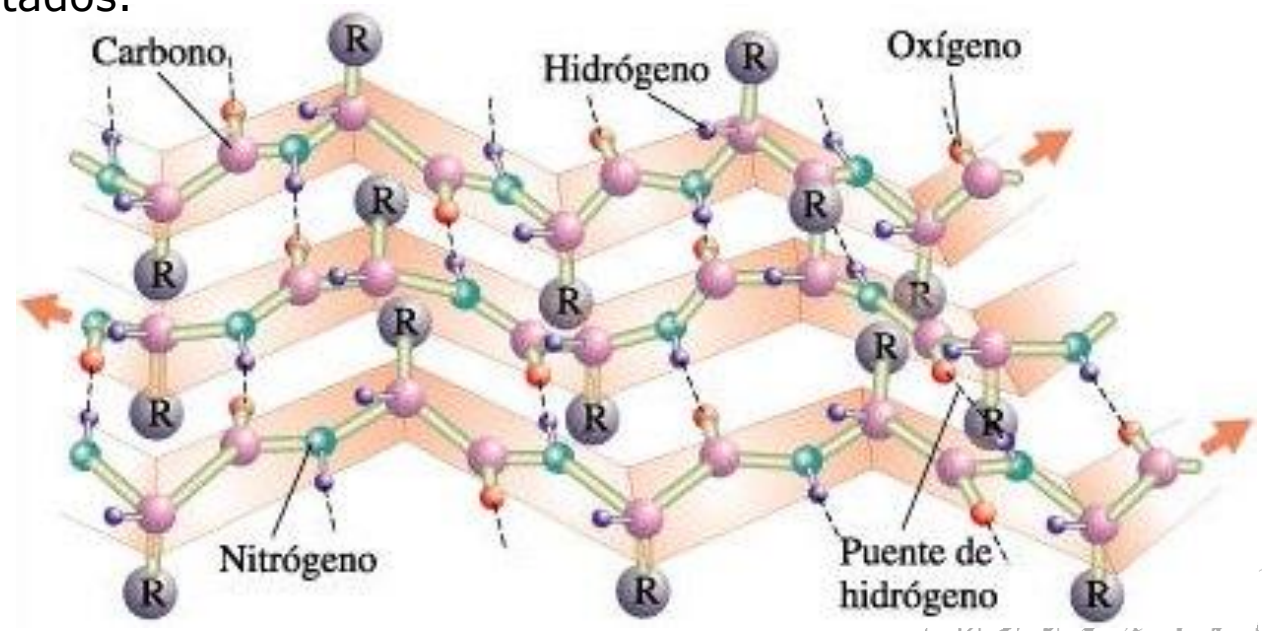


Estructura secundaria: Lámina plegada β

- En contraste con la hélice α, que se construye a partir de una región contínua de la cadena polipeptídica, la hoja β se construye a partir de regiones distintas del polipéptido, que pueden ser paralelas o antiparalelas, según si los enlaces peptídicos de las distintas cadenas avancen en el mismo o en distinto sentido.

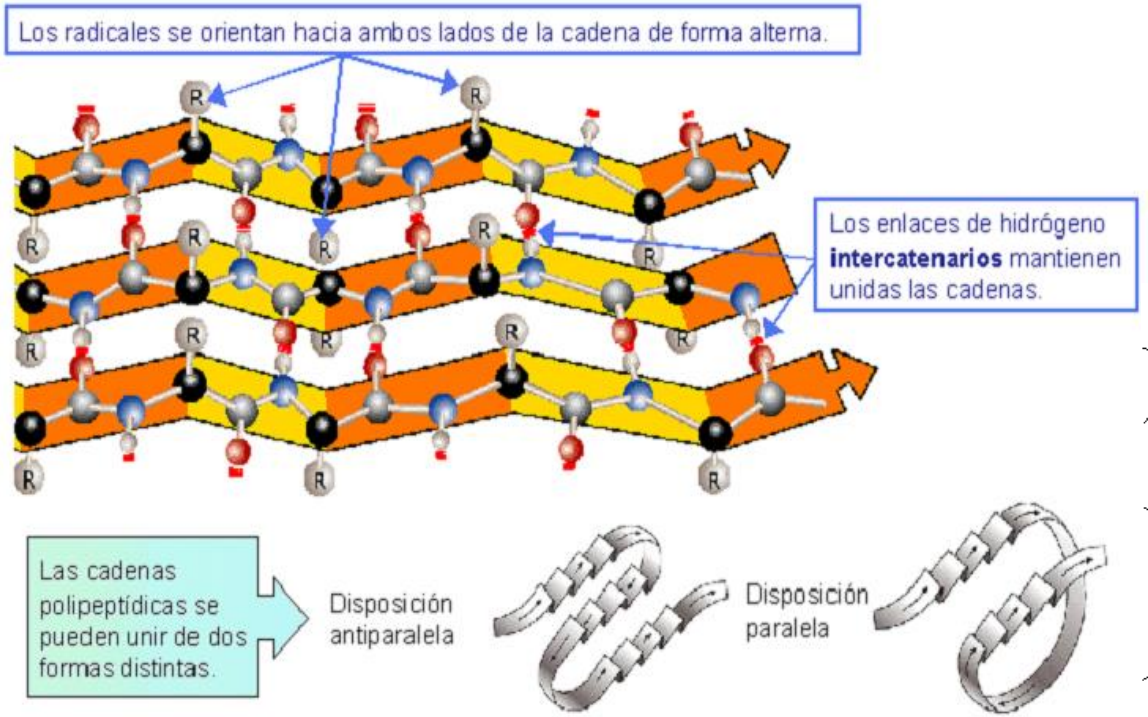
- Las cadenas se estabilizan mediante **enlaces de hidrógeno intercatenarios** establecidos entre los grupos –NH y -CO de los enlaces peptídicos enfrentados.

- Las cadenas laterales **R se colocan por encima o por debajo** de los planos en zig-zag de la lámina plegada.

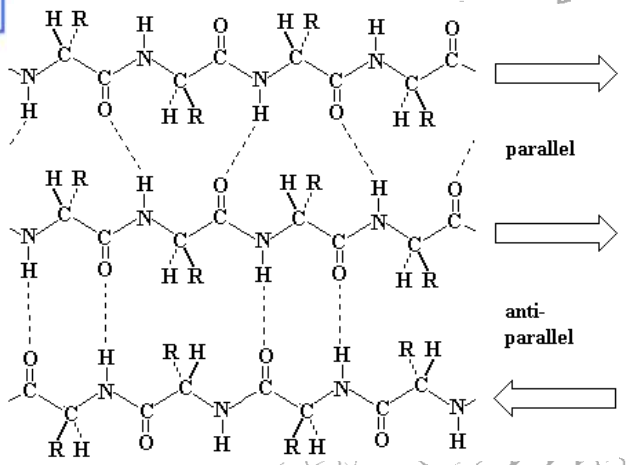


Estructura secundaria: Lámina plegada β

- La estructura no es plana sino que presenta un ligero plegamiento, donde las cadenas adyacentes pueden ser paralelas o antiparalelas, según si los enlaces peptídicos de las distintas cadenas avanzan en el mismo o en distinto sentido.

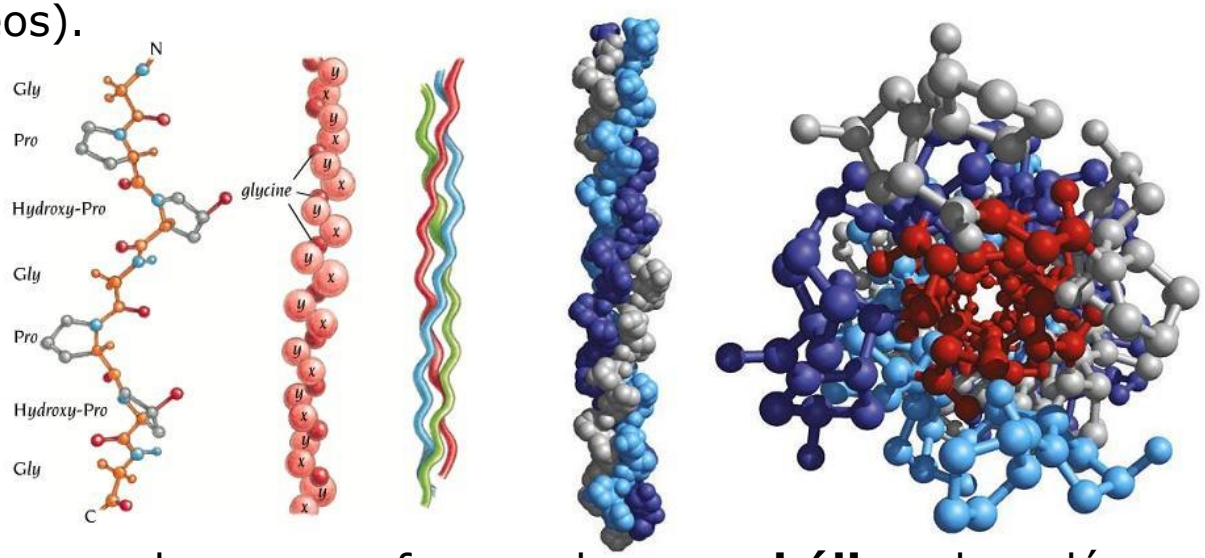


- El resultado es que las distintas regiones de la cadena están plegadas en zig-zag como se observa a la izquierda.



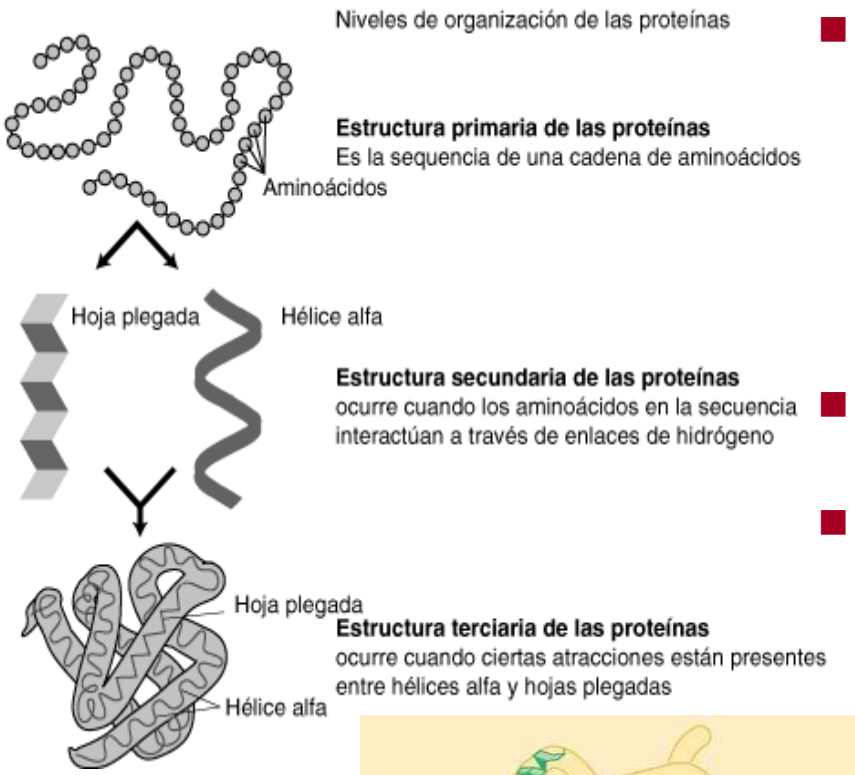
Estructura secundaria: Hélice de colágeno

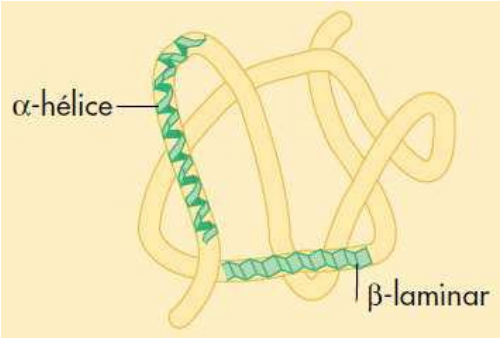
- Presente en todos los animales pluricelulares, es la proteína más abundante de los vertebrados. Es extracelular y forma fibras insolubles que resisten la tensión (hueso, diente, cartílagos, tendones, ligamentos, piel, vasos sanguíneos).
- Se considera como **otro tipo de estructura secundaria** con hélice girando a la izquierda.



- Cada una de las tres cadenas que forman la **superhélice** de colágeno presenta un plegamiento secundario en forma de hélice, más abierta o extendida que la alfa hélice debido a las elevadas cantidades del Aa prolina en la cadena. Al asociarse tres de estas hélices, los **residuos de glicina** quedan **hacia el interior** permitiendo un contacto intimo de las hélices, además de formarse numerosos **enlaces de hidrogeno interhélice**.

Estructura terciaria

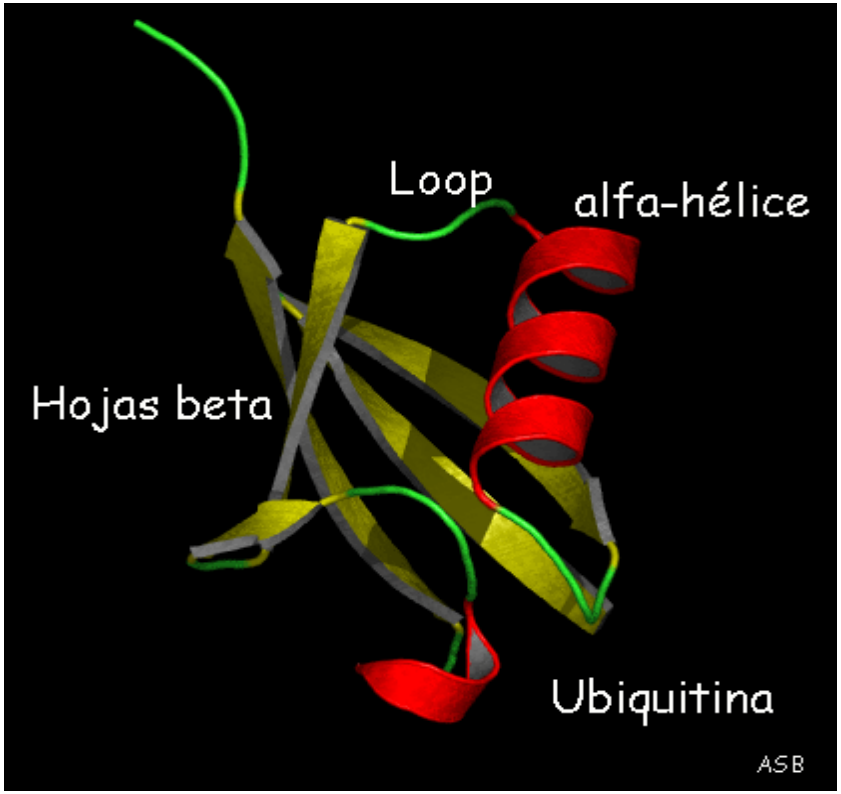




- Es la **conformación espacial definitiva** que adoptan las diferentes regiones de la cadena polipeptídica (cada una con su correspondiente estructura secundaria) como consecuencia de las interacciones entre las cadenas R.
- La **estructura terciaria confiere** a una proteína su **actividad biológica**.
- El resultado es diferente según se trate de **proteínas globulares**, en las cuales la estructura secundaria se pliega sobre sí misma, como un ovillo, hasta formar una proteína esferoidal, compacta y, por lo general, soluble en agua, o de **proteínas fibrosas**, que son alargadas, muy resistentes e insolubles en agua.

Estructura terciaria: Proteínas globulares

- En una proteína globular los distintos niveles de estructuración (1º, 2º y 3º) se disponen jerárquicamente, de forma que cada nivel contiene a los anteriores y es contenido por los superiores.



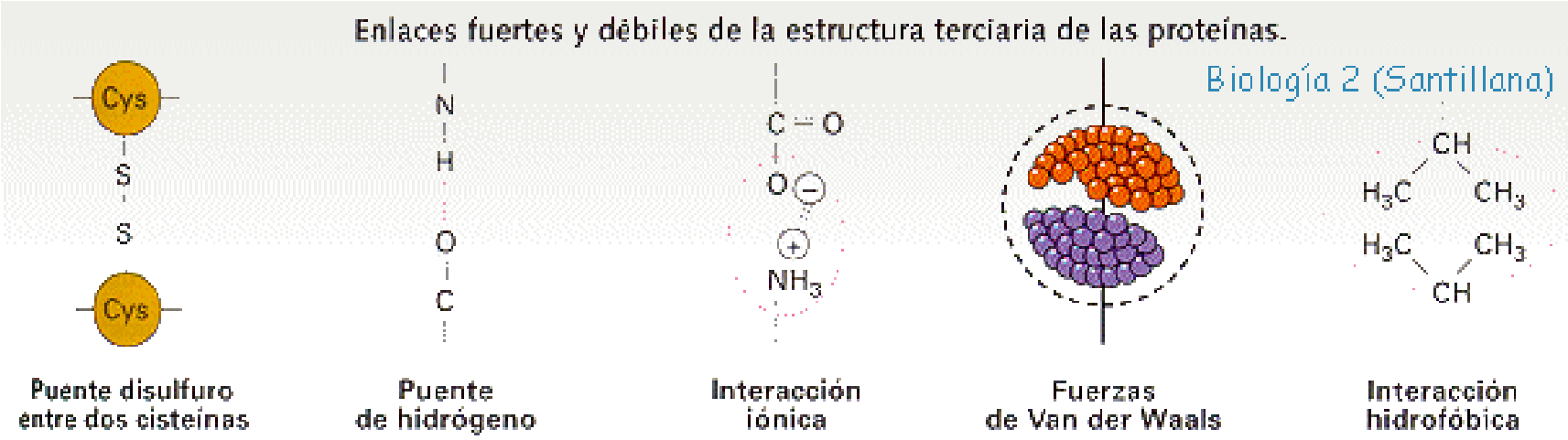
- Lo habitual es que las proteínas globulares contengan ambas conformaciones (α hélice y lámina β), aunque hay excepciones.
- Como son proteínas **solubles**, el plegamiento se hace de modo que los Aa con cadenas R apolares se dispongan hacia el interior de la estructura, protegidos del agua, mientras que los Aa con cadenas R polares se localicen en la superficie, formando enlaces con el agua.
- Las proteínas globulares son **funcionales**. Ejemplos son la **amilasa** y la **insulina**.

Estructura terciaria: Proteínas globulares

- Los **enlaces o fuerzas que estabilizan su estructura terciaria** son:

  1. **Puentes disulfuro** (enlace covalente **S-S**) que se establecen entre dos regiones de la cadena peptídica en las que se encuentran dos **grupos tiol** (**-SH**) correspondiente al Aa cisteína.

  2. **Enlaces electrostáticos** entre grupos $-COO^-$ y $-NH_3^+$ de Aa ácidos y básicos.

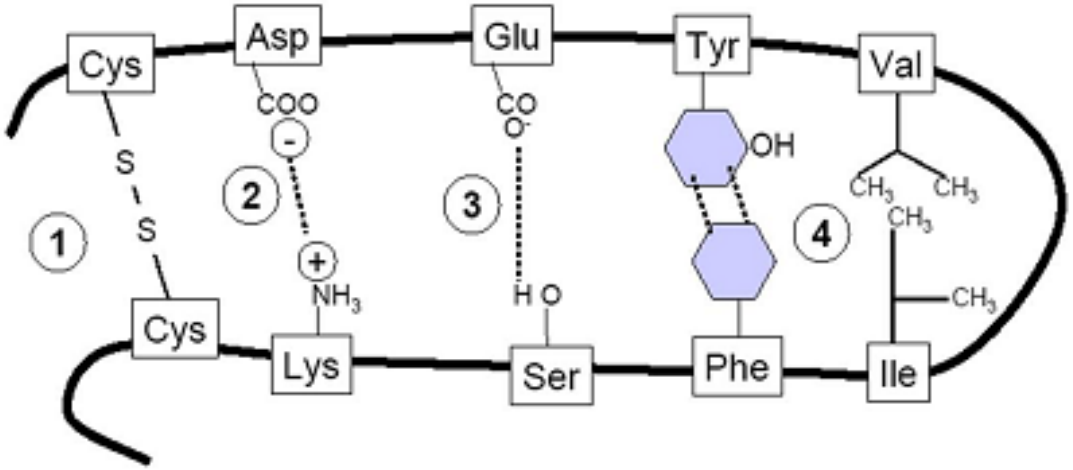


Estructura terciaria: Proteínas globulares

3. **Enlaces de hidrógeno** entre las cadenas laterales R de los Aa polares sin carga.

4. **Enlaces hidrofóbicos** y **fuerzas de Van der Waals** entre las cadenas R de los Aa apolares.

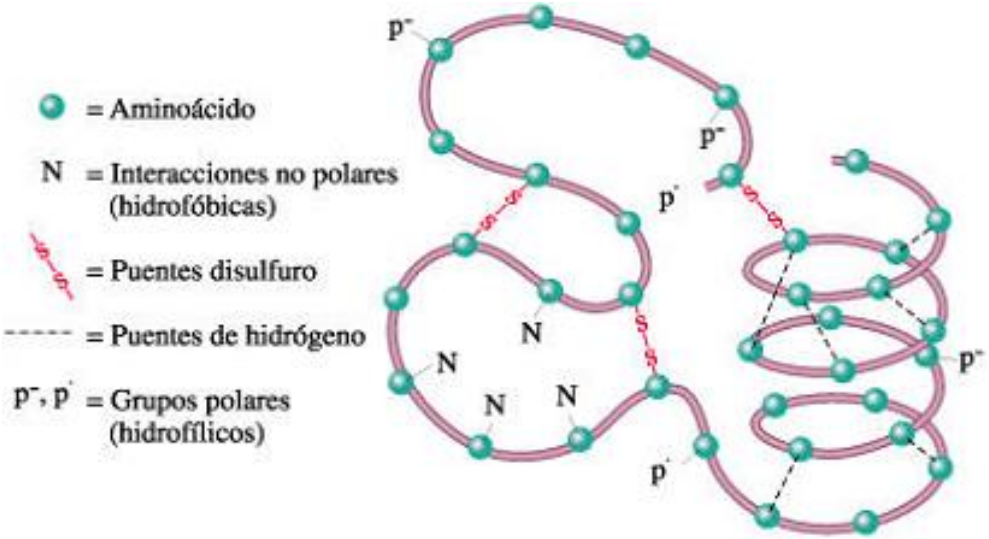
Fuerzas que estabilizan la estructura terciaria

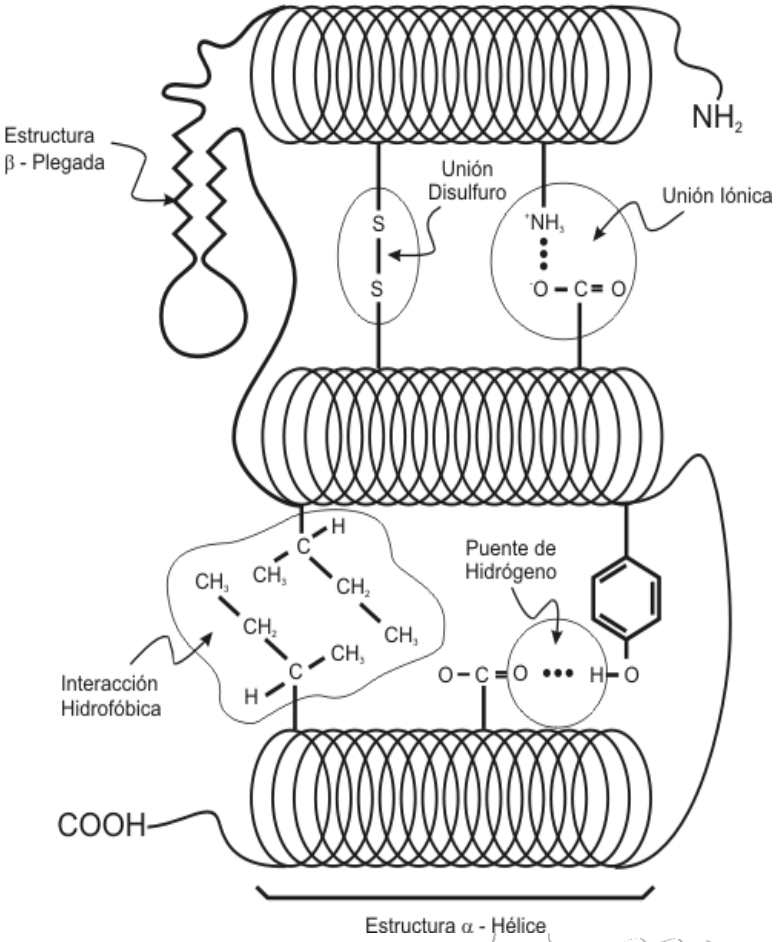


1. Puentes di-sulfuro
2. Atracción electrostática
3. Puentes de hidrógeno
4. Interacción hidrofóbica

Estructura terciaria: Proteínas globulares

5. **La tendencia de la molécula completa a curvarse en los puntos de inestabilidad**, para adoptar una estructura tal que los grupos polares se coloquen hacia fuera (hacia el agua) mientras que los grupos R apolares puedan permanecer en el interior de la macromolécula, en un ambiente sin agua. Si el ambiente es lipídico o apolar, la disposición es al revés.

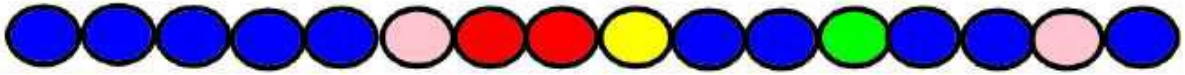




Estructura terciaria: Plegamiento de proteínas*

Color					
Número	11	1	1	2	2
Ejemplo	serine	lysine	aspartic acid	cysteine	valine
	SER	LYS	ASP	CYS	VAL
Propiedad	polar	$^{+}$ve	$^{-}$ve	contains S	non-polar

Estructura primaria del polipéptido:

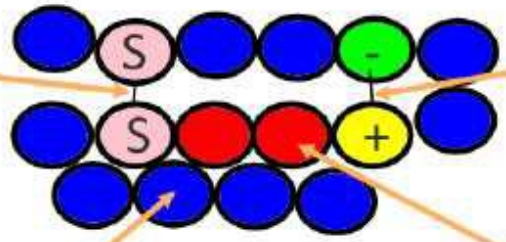


¿Como se plegara el polipéptido al colocarse en agua?

1. Grupos polares en el exterior
2. Grupos apolares en el interior
3. Cargas positivas y negativas próximas
4. Puentes disulfuros

Estructura terciaria: Plegamiento de proteínas*

Puentes disulfuro
Uniones S-S entre cisteinas.



Enlaces de hidrógeno
entre aminoácidos con carga.

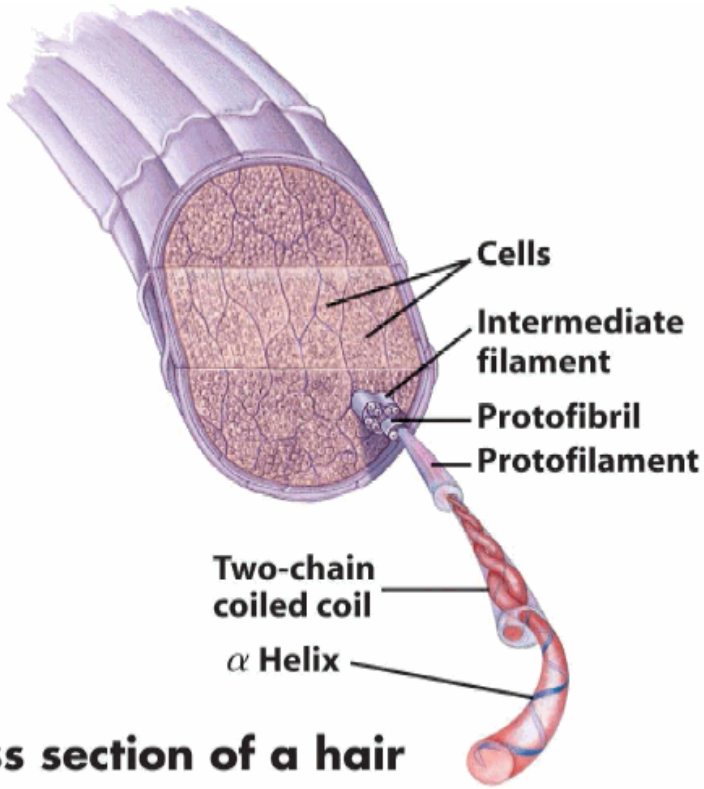
Aminoácidos polares hidrofílicos orientados hacia el exterior, próximo al agua.

Aminoácidos apolares hidrofóbicos orientados hacia el interior, alejados del agua.

Color					
Número	11	1	1	2	2
	serine	lysine	aspartic acid	cysteine	valine
Ejemplo	SER	LYS	ASP	CYS	VAL
Propiedad	polar	+	-	contiene S	apolar

Estructura terciaria: Proteínas fibrosas

- La **estructura fundamental de las proteínas fibrosas es la estructura secundaria** (α hélice, lámina β o hélice de colágeno). En este tipo de proteínas la estructura terciaria es muy simple, ya que las cadenas laterales R apenas influyen, pues suele haber pocos grupos polares.
- La **queratina** es una proteína fibrosa cuya **estructura terciaria** es un nuevo enrollamiento hasta formar una **superhélice** (hélice que contiene a otra).
- Las proteínas fibrosas tienen **función estructural**. Otro ejemplo es el **colágeno**.



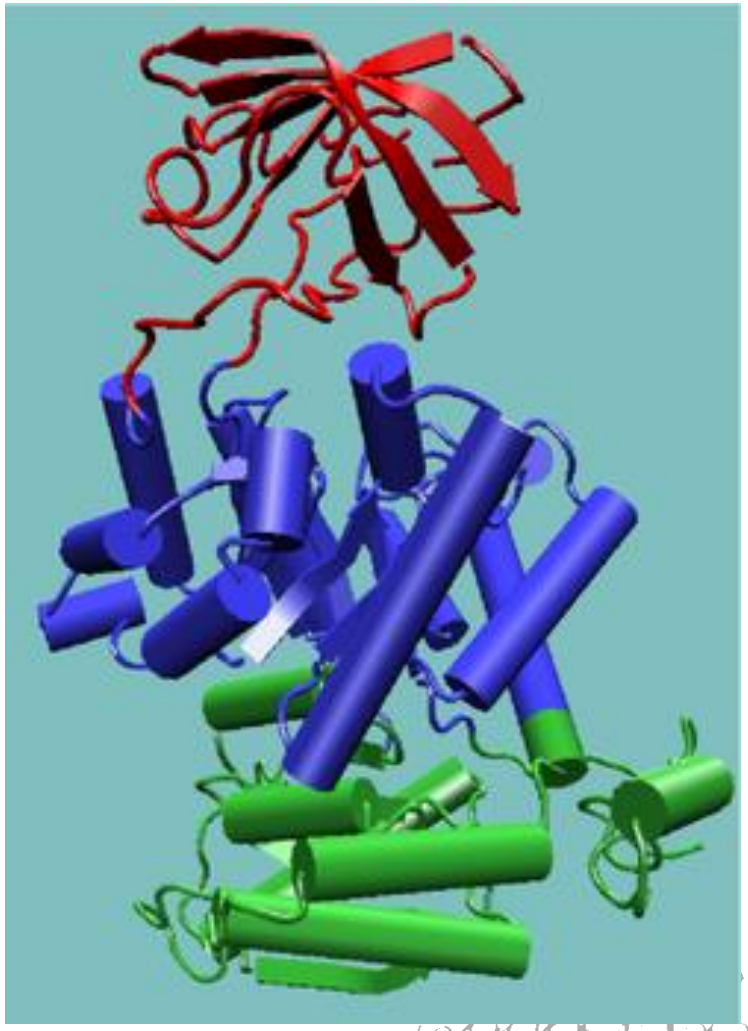
http://www.chem.ucsb.edu/coursepages/05spring/1C-Perona/biochem2.pdf

Proteínas globulares *versus* fibrosas*

Característica	Globular	Fibrosa
Morfología	Esférica	Filamentosa
Solubilidad	Solubles	Insolubles
Variaciones de pH, temperatura, concentración salina, etc.	Alta sensibilidad	Baja sensibilidad
Función	Catálisis, transporte, hormonal	Estructural
Ejemplo	Insulina, Inmunoglobulina, hemoglobina, amilasa, otros.	Actina, queratina, colágeno, fibrina, otros.

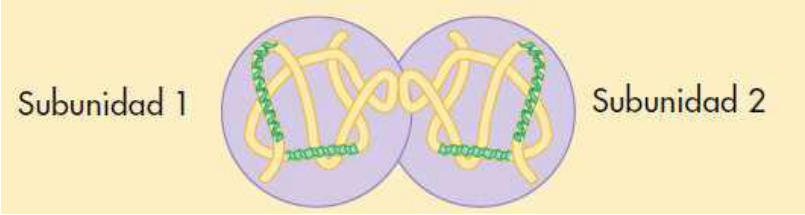
Dominios estructurales

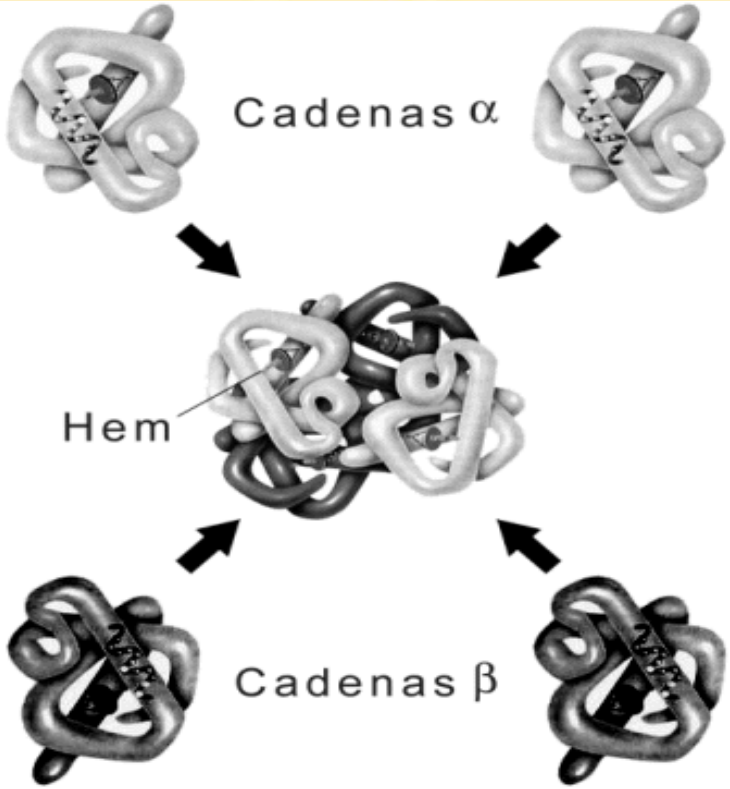
- Los dominios están formados por determinadas combinaciones de alfa hélice y láminas beta, plegadas de manera estable e independiente para formar estructuras compactas y particularmente estables, hasta el punto de repetirse determinados dominios en proteínas diferentes.
- Esto se explica evolutivamente considerando que ciertas secuencias de Aa fueron tan útiles para las estructuras y funciones que desempeñaban, que han tendido a repetirse una y otra vez en distintas proteínas.
- Existen proteínas con un único dominio y otras con varios, que suelen corresponder a diferentes funciones dentro de la misma proteína.



Estructura cuaternaria

- Sólo se manifiesta en la proteínas fibrosas o globulares formadas por la asociación de más de una cadena polipeptídica (iguales o diferentes), denominas cada una de ellas **subunidades proteicas**.
- **Las fuerzas que estabilizan dicha estructura** son de la misma índole que las que estabilizan la estructura terciaria (interacciones hidrofóbicas, puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals, fuerzas electrostáticas y puentes disulfuro), pero en este caso, **se establece entre las cadenas R de los Aa pertenecientes a distintas cadenas o subunidades**.
- Tienen estructura cuaternaria la **hemoglobina** y los **anticuerpos** (ambos 4 cadenas).





Niveles estructurales de las proteínas

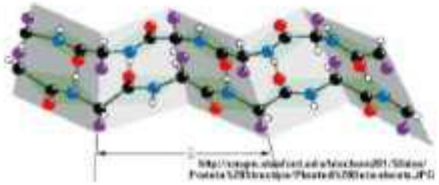
Primary (1°)
- amino acid sequence
- peptide bonds

Secondary (2°)
- repeating local structures
- held by H-bonds

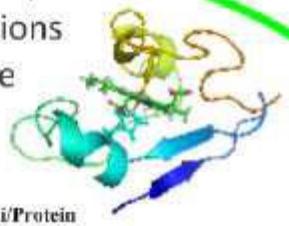
α-helix

http://www.brooklyn.cuny.edu/bc/ahp/LAD/C4b/C4b_proteinShape.html

β-pleated sheet

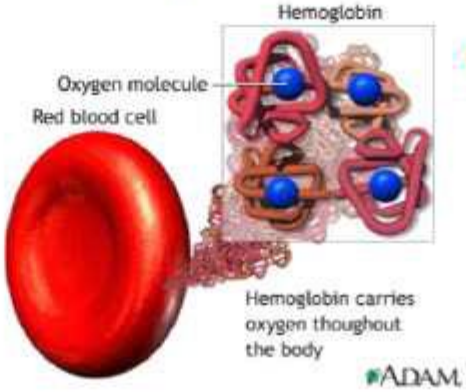


Tertiary (3°)
- folding of a single protein
- R-group interactions
- hydrophobic core



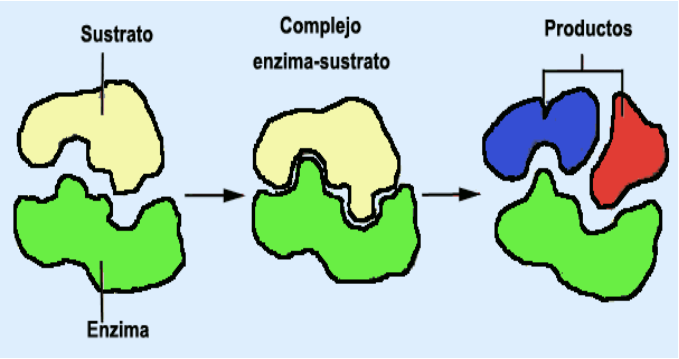
http://en.wikipedia.org/wiki/Protein

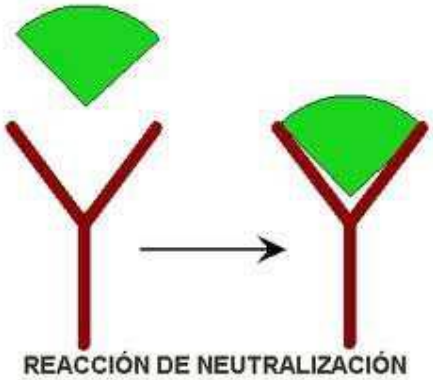
Quaternary (4°)
- protein complex
- made of two or more subunits

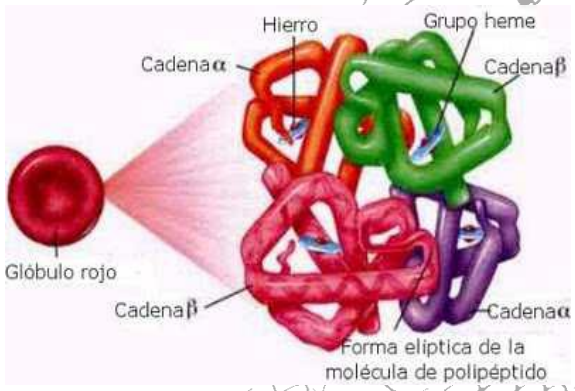


Propiedades proteínas (especificidad)

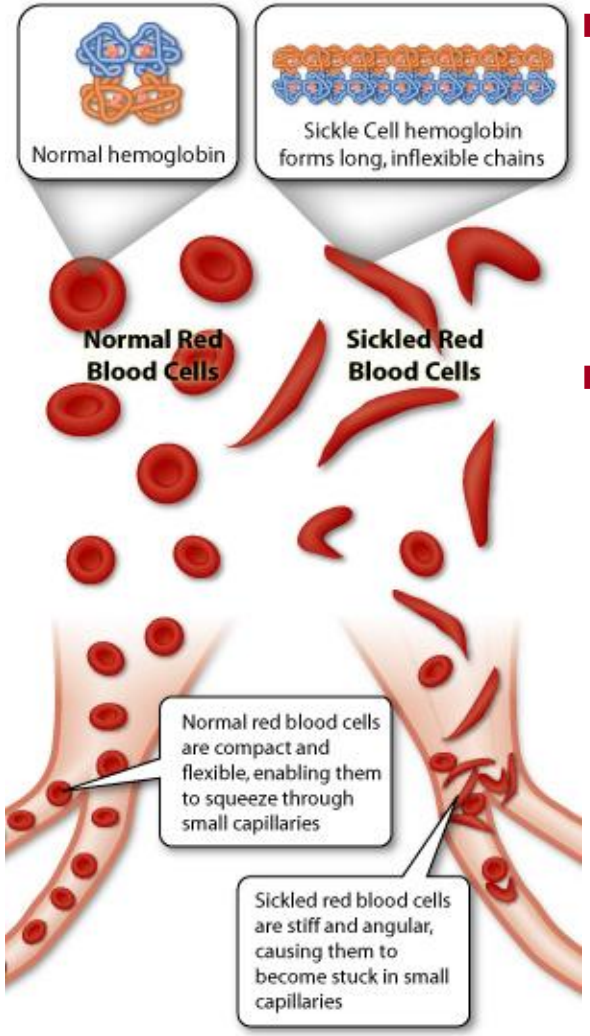
- Sus propiedades físico-químicas **dependen** casi por completo de los **grupos funcionales** presentes en las **cadenas laterales R** de los Aa que quedan expuestos en su superficie tras el plegamiento concreto que adopte la cadena o cadenas. Destacan 3 propiedades, como la **especificidad**:
- Los grupos funcionales de las cadenas laterales de los Aa definen en la proteína una **superficie activa**, capaz de interaccionar con otras moléculas mediante **enlaces débiles**.
- Casi todas las actividades de las proteínas se basan en su unión selectiva con otras moléculas (enzima-sustrato, hemoglobina-O_2, antígeno-anticuerpo, etc.), cuya **geometría es complementaria** y que permite adaptarse con precisión a la superficie activa.



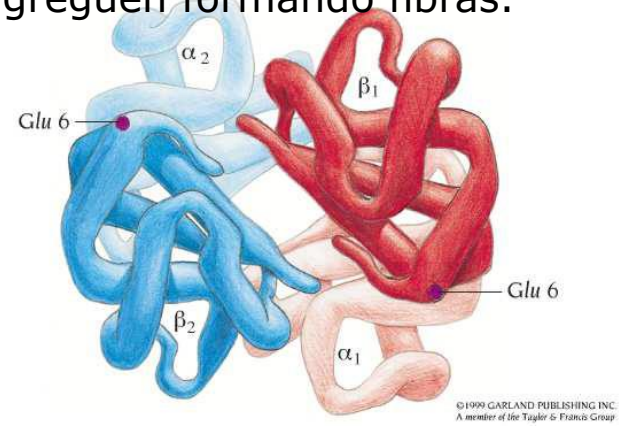




Propiedades proteínas (especificidad)

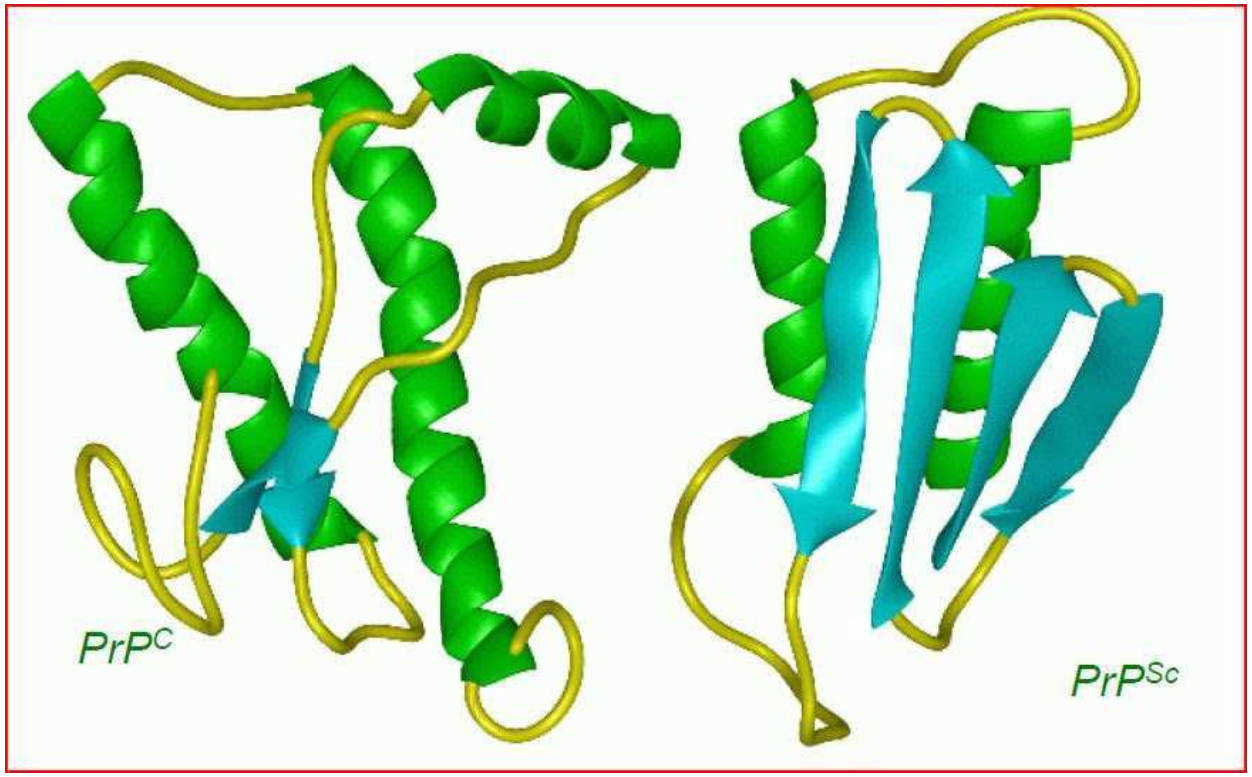


- Esta **especificidad** se basa en el plegamiento particular de cada proteína, que **depende de la secuencia de Aa**. Por tanto, cualquier cambio en la misma puede originar cambios en las estructuras 2ª, 3ª y 4ª (si la tiene), que pueden alterar la superficie activa, y en consecuencia, la disminución o perdida total de la actividad biológica.
- Ejemplo: **Anemia falciforme**. Una mutación en un único nucleótido en el gen de la hemoglobina provoca que el Aa nº 6 cambie de glutámico a valina, afectando a la zona de contacto entre las cadenas, haciendo que las proteínas de hemoglobina se agreguen formando fibras.



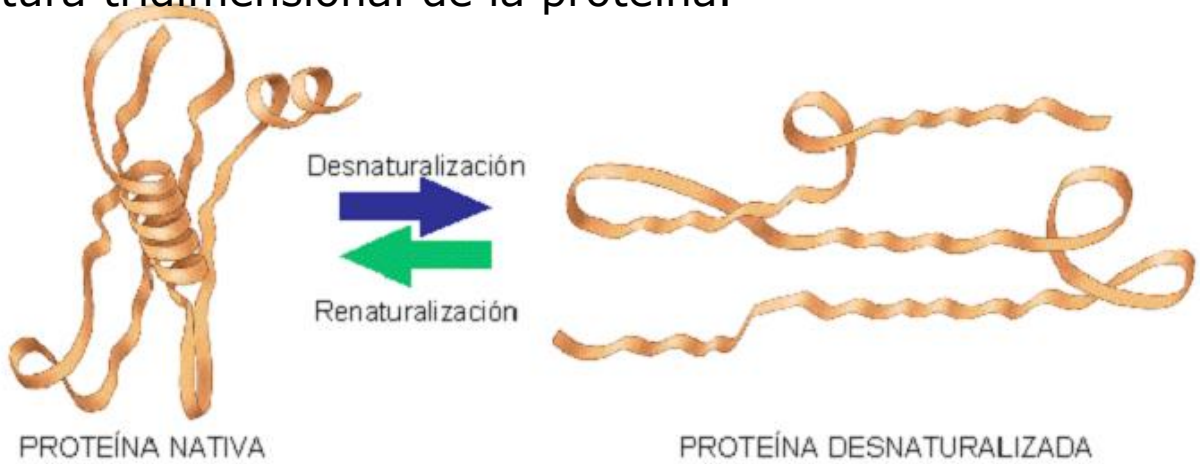
Propiedades proteínas (especificidad)*

- Ejemplo: **Encefalopatía espongiforme**. Los priones se componen de una proteína denominada PrPSc (isoforma scrapie de la proteína del prión) producida por el plegamiento erróneo de una proteína celular de idéntica secuencia de aminoácidos, presente en prácticamente todos los tejidos del organismo, denominada PrPC (isoforma celular de la proteína del prión).



Propiedades proteínas (desnaturalización)

- La **desnaturalización** consiste en la pérdida de la conformación espacial (estructura 2ª, 3ª y 4ª) característica de una proteína y, como consecuencia de ello, en la anulación de su funcionalidad biológica.
- Se produce por cambios excesivos de temperatura, pH, salinidad o agentes físicos (presión, electricidad, etc.). Dichas circunstancias pueden provocar una alteración de las interacciones entre las cadenas laterales R de los aminoácidos (enlaces débiles), desestabilizando y rompiendo la estructura tridimensional de la proteína.



- La forma de una proteína depende su **secuencia de Aa** (estructura primaria) y del **medio** en el que se encuentra. La desnaturalización puede se **reversible** o **irreversible** dependiendo de la intensidad del agente.

Propiedades proteínas (desnaturalización)*

- El proceso de desnaturalización proteica suele ser permanente, de manera que las proteínas no recuperan su forma original. Así, las proteínas solubles, suelen volverse insolubles y precipitan, debido a la exposición hacia el exterior de los aminoácidos con grupos R hidrofóbicos que se encontraban hacia el interior de la proteína. Esto puede verse con las proteínas de la clara cuando se fríe un huevo.
- Las proteínas se desnaturalizan por el calor o por desviación del pH del valor optimo.

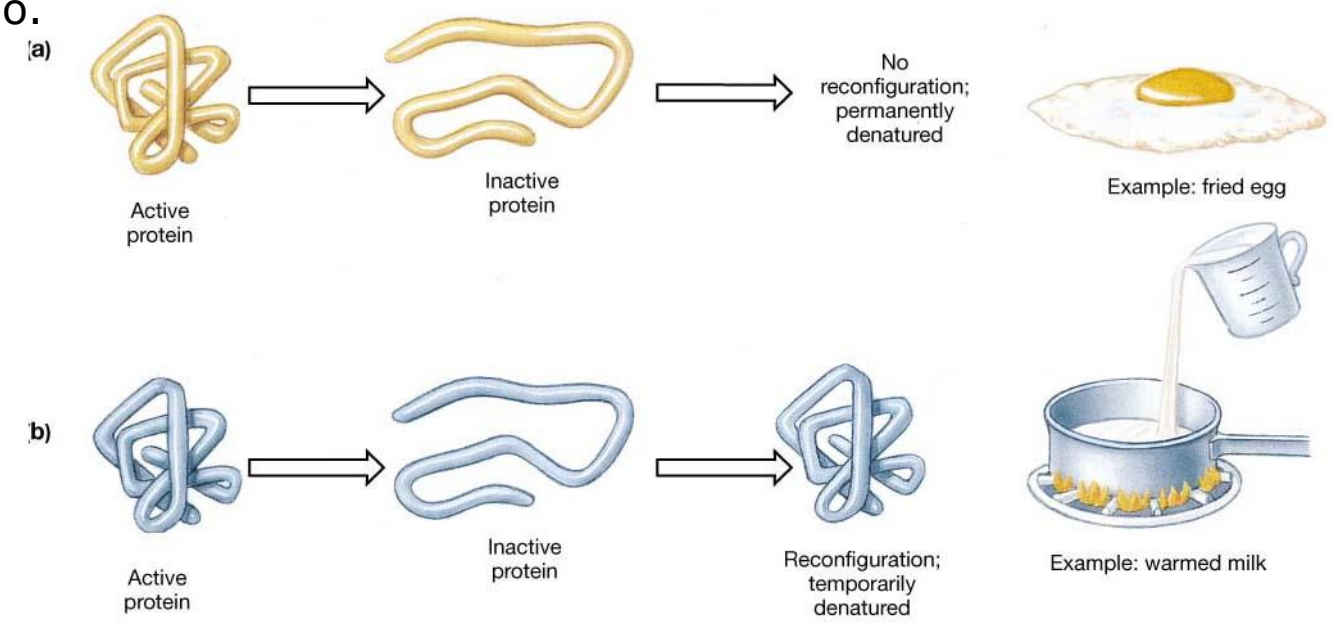


IMAGEN:
tmarticles.com

Propiedades proteínas (desnaturalización)*

- El **calor** (elevación de la temperatura) provoca un aumento de la vibración en la moléculas que puede romper los enlaces o interacciones intermoleculares.
- Las proteínas presentan distinta tolerancia al calor. Así, las arqueobacterias termófilas pueden vivir a temperaturas de 80 ºC y sus proteínas mantenerse intactas, siendo el ejemplo más conocido la Taq polimerasa usada en la PCR.

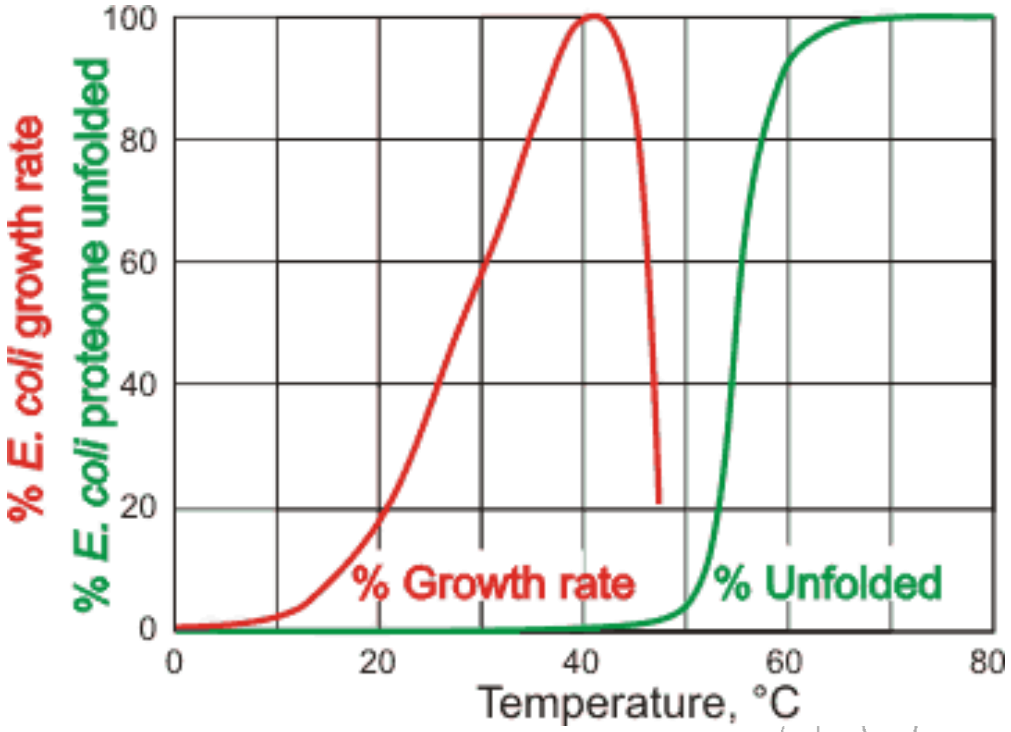
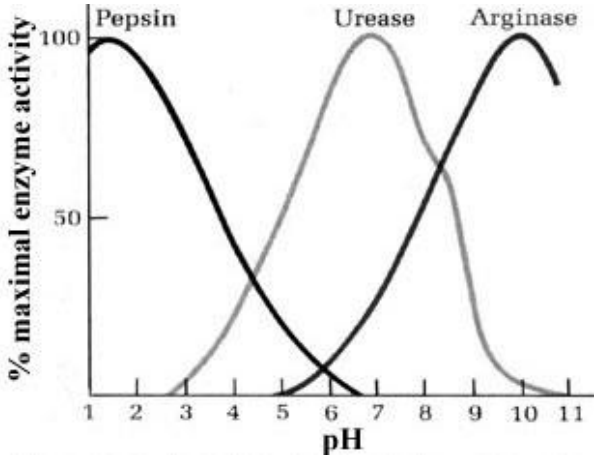


IMAGEN: www1.lsbu.ac.uk/

- La mayoría de proteínas se desnaturalizan a temperaturas inferiores.

Propiedades proteínas (desnaturalización)*

- Los **valores de pH extremos**, ya sean ácidos o básicos, también provocan la desnaturalización de las proteínas.
- Esto es debido a cambios en los grupos R con carga eléctrica, lo que altera las interacciones electrostáticas entre ellos.
- Al igual que con el calor, la proteína pierde su conformación tridimensional, y por tanto su actividad biológica.
- Sin embargo, hay excepciones, como la de la enzima pepsina (digiere proteínas), que no solo no se desnaturaliza con el pH ácido de 1.5 del estómago, sino que ese pH es óptimo para su actividad.



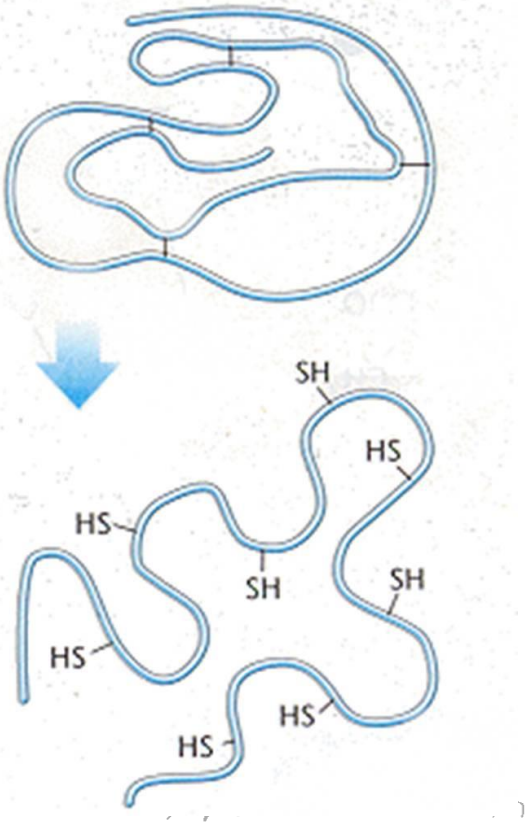
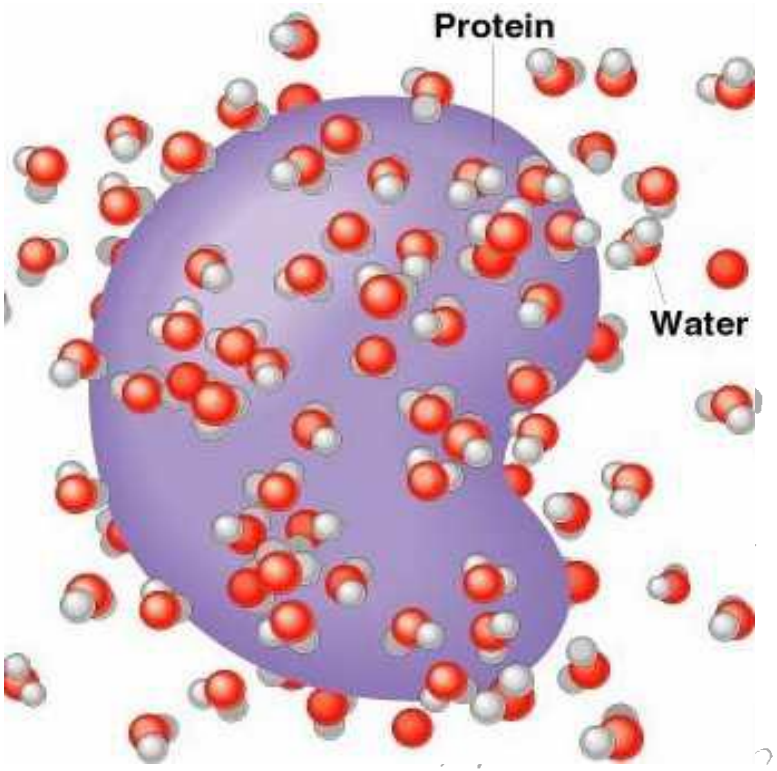


IMAGEN: alimentosmanipulacion.blogspot.com.es

Propiedades proteínas (solubilidad)

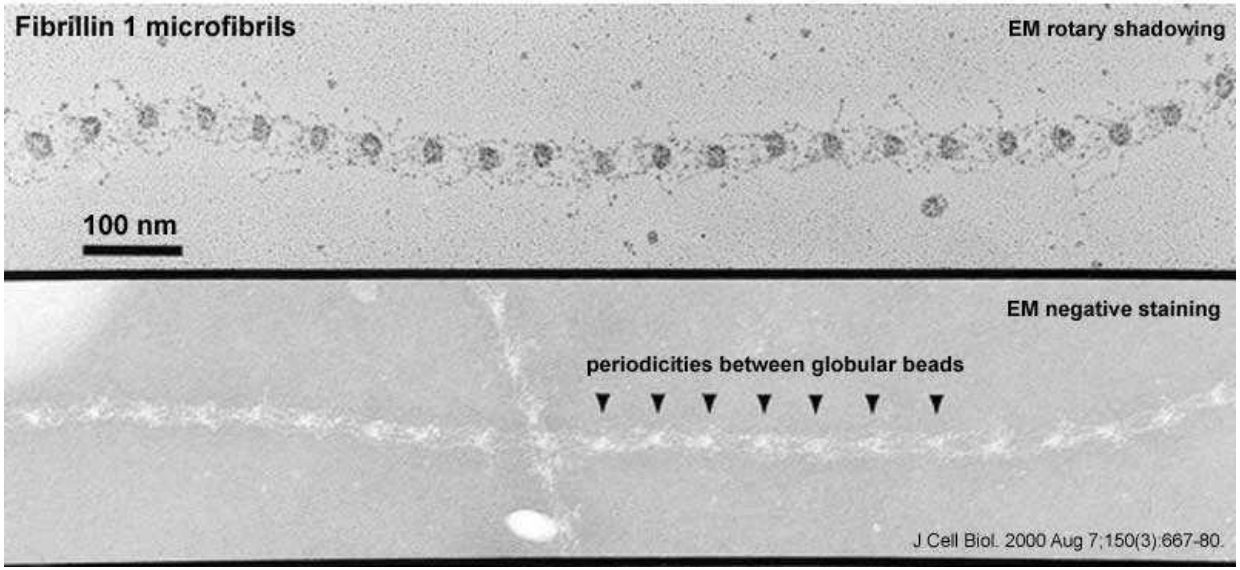
- Las proteínas son macromoléculas solubles en medios acuosos cuando adoptan la conformación globular, ya que se establece una interacción entre las cargas eléctricas, positivas y negativas, de la superficie de la proteína con las moléculas de agua (dipolo) de su entorno, dando lugar a la llamada **capa de solvatación**.
- Dicha capa de solvatación impide la unión de moléculas proteicas entre si.
- Al añadir sales a una disolución proteica, la elevada concentración de iones compite por el agua con las proteínas, quitándole moléculas de agua de la capa de solvatación y haciendo que las moléculas proteicas se unan entre sí y formen un agregado insoluble que precipita.
- El **grado de solubilidad** en agua de una proteína dependerá directamente de la cantidad de grupos cargados que esta tenga en su superficie.



Clasificación proteínas según su conformación

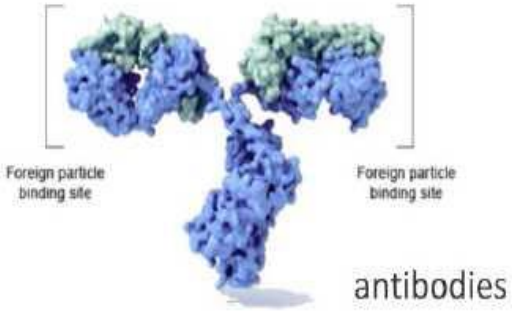
- Cada tipo de molécula proteica posee, en su estado nativo, una forma tridimensional típica que se llama **conformación**. Según dicha conformación, las proteínas pueden ser:

  1) Fibrosas. Son materiales físicamente resistentes, insolubles en agua, formadas por cadenas polipeptídicas ordenadas de modo paralelo a lo largo de un eje, formando fibras o laminas largas. Son proteínas con **función estructural**, como el **colágeno** de tendones y huesos, o la **queratina** del cabello, cuerpo, cuero o unas.



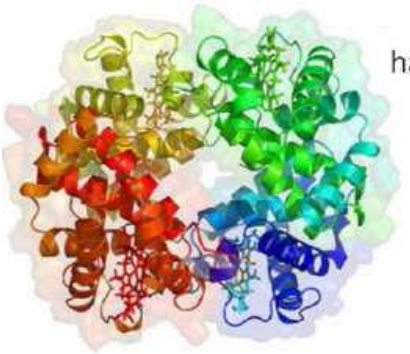
Clasificación proteínas según su conformación

2) Globulares. En este caso las cadenas polipeptídicas están plegadas estrechamente, de modo que adoptan formas esféricas o globulares. Casi todas son solubles en medio acuoso. Desempeñan una **función dinámica** en la célula o en los líquidos extracelulares. Ejemplos de dichas proteínas son las **enzimas**, **anticuerpos**, algunas **hormonas**, **hemoglobina**, etc.



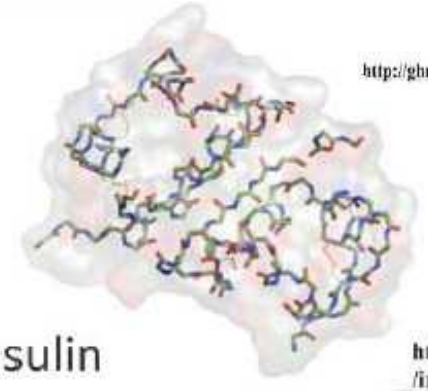
antibodies

http://ghr.nlm.nih.gov/handbook/illustrations/igg.jpg



haemoglobin

http://chemistry.ewu.edu/jcorkill/biochem/48006.htm

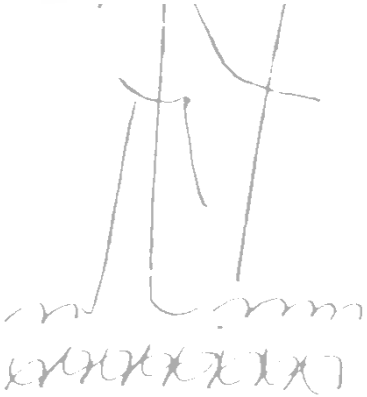


insulin

http://www.3dchem.com /imagesofmolecules/Insulin2.jpg

http://www.steve.gb.com/images /molecules/proteins/catalase.gif

catalase



Clasificación proteínas según su conformación

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

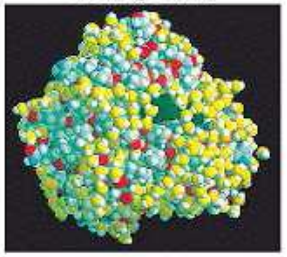
Se asocian al ADN permitiendo su empaquetamiento.

Clasificación proteínas según su composición

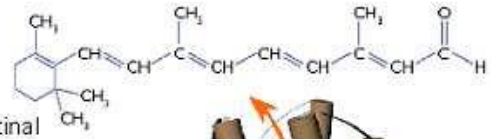
- Otra forma de clasificar a las proteínas es según su **composición química**:

  A) **Holoproteínas** o **proteínas simples**, únicamente formadas por aminoácidos, como la albúmina o las histonas.
  B) **Heteroproteínas** o **proteínas compuestas**, formadas por una parte proteica (grupo proteico) y otra parte con sustancias no proteicas (grupo prostético), como la hemoglobina.

Hemoglobina



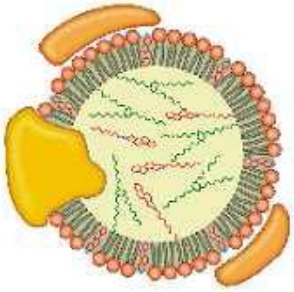
Inmunoglobulina



Retinal

Rodopsina

Lipoproteína plasmática



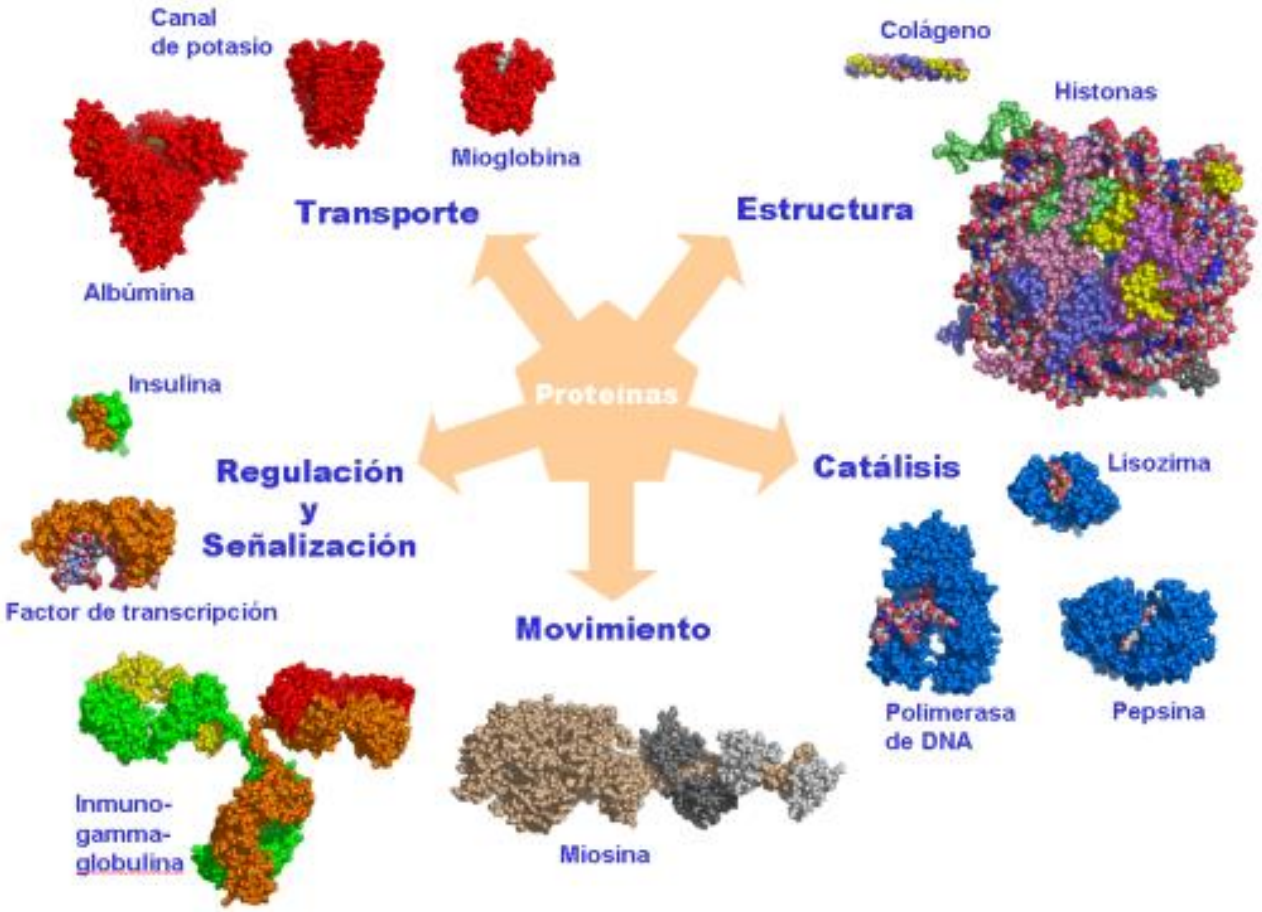
Clasificación proteínas según su composición

- Según la naturaleza de dicho grupo prostético, pueden ser: **Glucoproteínas** (grupo prostético es un glúcido=Inmunoglobulinas), **Fosfoproteínas** (grupos prostético es el fosfórico=caseína de la leche), **Cromoproteínas** (grupo prostético es un pigmento=hemoglobina) o **Lipoproteínas** (grupo prostético es un lípido=colesterol).

HETEROPROTEÍNA	GRUPO PROSTÉTICO	EJEMPLO
Cromoproteína	Pigmento	
Porfirínicas	*Grupo hemo o hemino*	*hemoglobina*
No porfinnicas	*Cobre, Hierro o retinal*	*rodopsina*
Nucleoproteína	Ácidos nucleicos	*cromatina*
Glucoproteína	Glúcido	*fibrinógeno*
Fosfoproteína	Ácido fosfórico	*caseína*
Lipoproteína	Lípido	*quilomicrones*

Funciones de las proteínas

- **Los organismos vivos sintetizan muchas proteínas diferentes con un amplio rango de funciones.**



Funciones de las proteínas

FUNCIÓN	EJEMPLO
1. Hormonal. Algunas hormonas importantes son de naturaleza proteica, como la insulina, el glucagón o la hormona del crecimiento.	
2. Estructural. Las proteínas se consideran los elementos plásticos a partir de los cuales se construyen la mayoría de las estructuras celulares, como el colágeno que aporta fuerza tensora en tendones, histonas para empaquetar el ADN, la tubulina en el citoesqueleto, etc.	
3. Catálisis enzimática. Todos los enzimas son proteínas, biocatalizadores de las reacciones químicas que forman el metabolismo celular, como la amilasa o catalasa.	
4. Homeostática: **tamponante y osmótica**. Las proteínas, según los casos, pueden aceptar o desprender H^+, por lo que son importantes tampones intracelulares. También intervienen en el mantenimiento del equilibrio osmótico.	
HORMONAL →	Insulina, glucagón, somatotropina...
ESTRUCTURAL →	Glucoproteínas, histonas, queratina, colágeno, elastina...
ENZIMÁTICA →	Catalasa, ribonucleasa...
HOMEOSTÁTICA →	Albúmina...

Funciones de las proteínas

FUNCIÓN	EJEMPLO
DE RESERVA →	Ovoalbúmina, caseína, zeína, hordeína...
DE TRANSPORTE →	Lipoproteínas, hemoglobina, hemocianina...

5. Nutrición y reserva. Algunas proteínas como la ovoalbúmina de la clara de huevo o la caseina de la leche constituyen una reserva de aminoácidos dispuestos para ser utilizados durante el desarrollo como elementos nutritivos y como unidades estructurales.

6. Transporte y almacenamiento. Muchas moléculas e iones son transportados por el organismo mediante proteína. La hemoglobina O_2 en la sangre, la seroalbúmina transporta y almacena ácidos grasos, fármacos y tóxicos en la sangre, las lipoproteínas (LHD y LDL) transportan en la sangre el colesterol.

Funciones de las proteínas

FUNCIÓN	EJEMPLO
CONTRÁCTIL →	Actina, miosina, flagelina ...
PROTECTORA O DEFENSIVA →	Trombina, fibrinógeno, inmunoglobulinas...

7. Movimiento y contracción. El movimiento y la locomoción en los organismos uni y pluricelulares depende de proteínas contráctiles, como la actina y la miosina.

8. Defensa. Algunas proteínas desempeñan funciones de protección. Los anticuerpos son proteínas que controlan a los posibles antígenos que pueden penetrar en el organismo. La trombina y el fibrinógeno intervienen en la formación de coágulos durante la hemorragia.

9. Reconocimiento celular. Muchas glucoproteínas situadas en la cara externa de las membranas celulares, sirven de antenas que determinan el lugar de anclaje de otras células, hormonas, bacterias y virus.

Funciones de las proteínas

10. Regulación expresión génica. Algunas proteínas intervienen en los procesos de activación e inactivación de la expresión génica, participando en la diferenciación celular.

11. Generación de impulsos nerviosos. Las respuestas de las células nerviosas a los estímulos específicos vienen mediadas por receptores proteicos, como la rodopsina del ojo a la luz, o los receptores de los neurotransmisores.

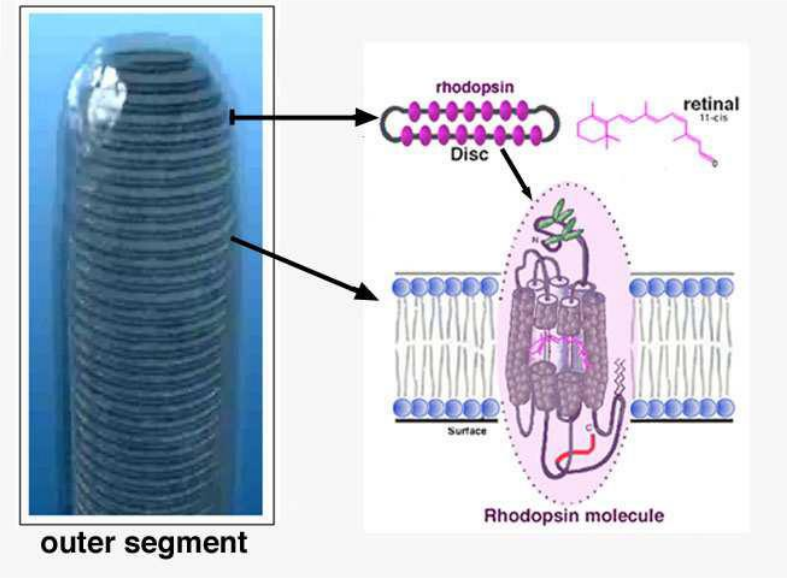
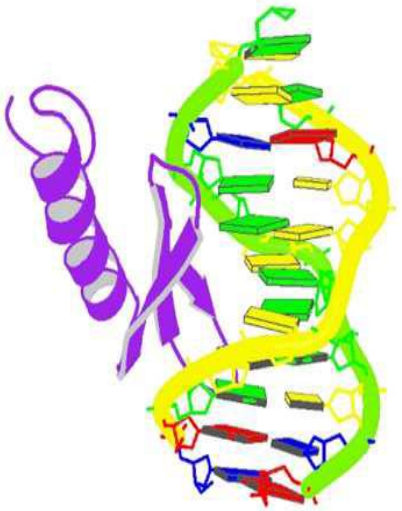


Fig 8. Schematic diagram of Rhodopsin in the outer segment discs.

IDENTIFICATION

Species:
Arabidopsis thaliana
Locus
AT4G17490
Gene model
AT4G17490.1
Gene names and synonyms
ATERF6 iHOP
ERF-6-6 iHOP
Description
ATERF6 (ETHYLENE RESPONSIVE ELEMENT BINDING FACTOR 6); DNA binding / transcription factor
Family
AP2-EREBP
3D structure (top 5)
1GCC