
LES PROTEÏNES

Índex

- 1.- Composició de les proteïnes: els aminoàcids
- 2.- L'enllaç peptídic
- 3.- L'estructura de les proteïnes
- 4.- Les propietats de les proteïnes
- 5.- La classificació de les proteïnes
- 6.- Les funcions de les proteïnes

1.- Composició de les proteïnes: els aminoàcids

Biomolècules formades per:

Carboni, Hidrogen, Oxigen i Nitrogen

Sovint poden contenir altres elements:

Sofre, fòsfor, Coure, Magnesi...

Són fonamentals per la seva abundància (50% en pes sec)

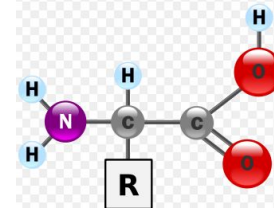
Són molt importants per la seva varietat de funcions: estructural, enzimàtica, reguladora...

Són molècules grans formades per la unió lineal o polimerització id'unitats anomenades: AMINOÀCIDS

1.1 L'estructura dels aminoàcids

Els aminoàcids primaris són compostos orgànics de baix pes molecular formats per:

- Un àtom de C central (alpha)
- Un grup carboxil o àcid (-COOH)
- Un grup amino $-(NH_2)$
- Un àtom d'H
- Un radical variable (R) , en funció del qual distingim els 20 tipus d'aminoàcids que formen part de les proteïnes
- Hi ha 8 aminoàcids que no poden ser sintetitzats per les cèl·lules animals, són els **aminoàcids essencials**, aquests han de ser ingerits per la dieta
- Els 8 aminoàcids essencials són:



✓ Isoleucina
✓ Leucina
✓ Lisina
✓ Metionina
✓ Fenilalanina
✓ Treonina
✓ Triptòfan
✓ Valina

1.2 Les propietats dels aminoàcids

PROPIETATS FÍSQUES DELS AMINOÀCIDS

Sòlids, cristal·lins, solubles en aigua, punt de fusió elevat

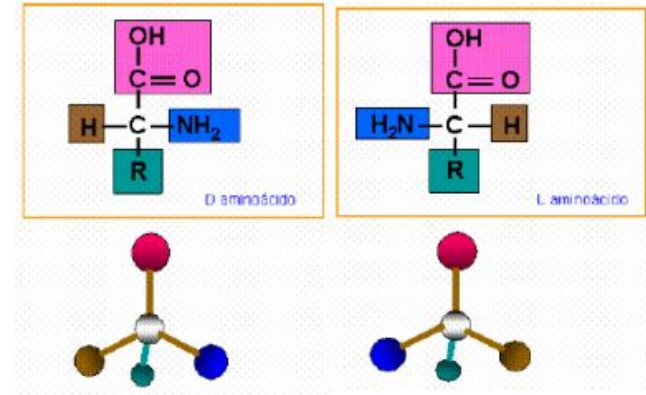
Tots menys la glicina (Gly) tenen almenys un **C α** asimètric: a causa d'això els aminoàcids presenten activitat òptica, i per tant hi ha:

- aminoàcids dextrògirs (+): desvien la llum a la dreta
- aminoàcids levogirs (-): desvien la llum a l'esquerra

També poden presentar 2 esteroisomers o isomers espacials diferents:

- Isomer D: grup -NH₂ a la dreta
- Isomer L: grup -NH₂ a l'esquerra

Només les formes L formen part de les proteïnes



1.2 Les propietats dels aminoàcids

En **dissolució aquosa** els aminoàcids mostren un comportament **amfòter**: poden ionitzar-se i, segons el pH del medi, actuar com un **àcid** o com una **base** (cedint o captant protons del medi)

- El grup àcid o carboxil allibera protons al medi



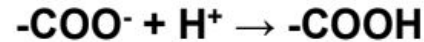
- El grup bàsic o amino capta protons del medi



1.2 Les propietats dels aminoàcids

En medi àcid (molts H^+)

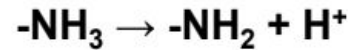
El grup carboxil capta els protons



Deixa de comportar-se com a àcid

En medi bàsic (pocs H^+)

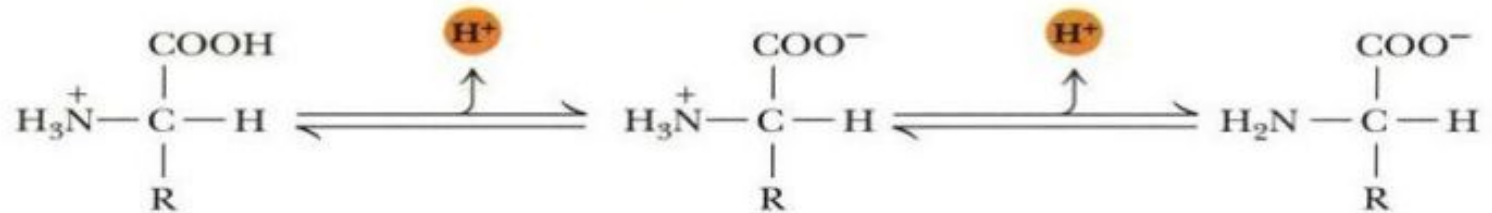
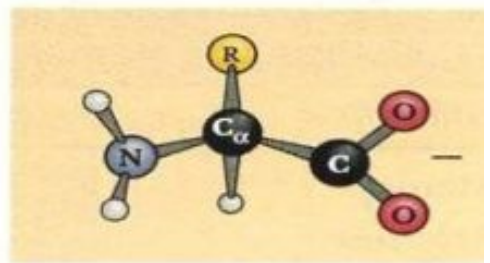
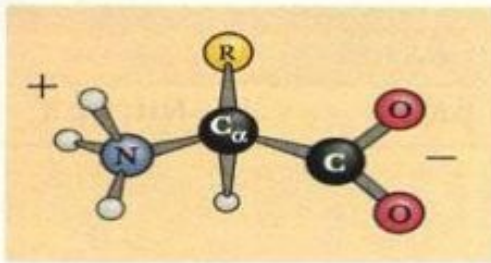
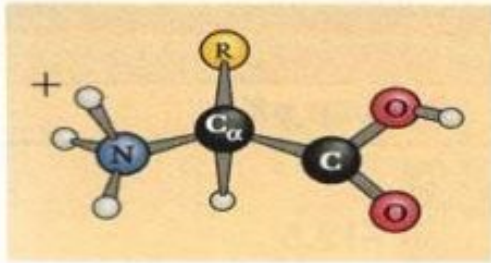
El grup amino allibera protons



Deixa de comportar-se com a àcid

Els aminoàcids **mantenen constant el pH** del medi, tenen **efecte tampó** o **amortidora**

El **punt isoelèctric** d'un aminoàcid és el valor de pH en el qual la molècula presenta una **càrrega elèctrica neta igual a 0**



Cationic form

Zwitterion (neutral)

Anionic form

1.3 La classificació dels aminoàcids

Segons el radical R que s'enllaça al $\text{C}\alpha$ els aminoàcids es poden classificar en:

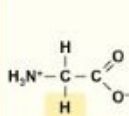
No **polars o hidrofòbics** (R = cadena hidrocarbonada)

Polars sense càrrega (R = cadena amb radicals que formen ponts d'hidrogen amb H_2O)

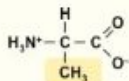
Polars amb càrrega negativa o àcids (R presenta grup àcid $-\text{COOH}$)

Polars amb càrrega positiva o bàsics (R presenta un grup bàsic $-\text{NH}_2$)

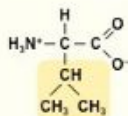
NON-POLAR



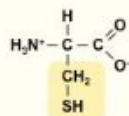
Glycine
(Gly / G)



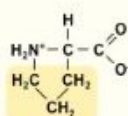
Alanine
(Ala / A)



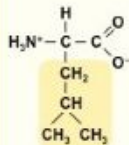
Valine
(Val / V)



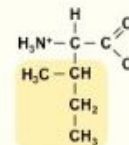
Cysteine
(Cys / C)



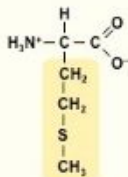
Proline
(Pro / P)



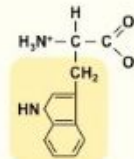
Leucine
(Leu / L)



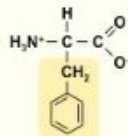
Isoleucine
(Ile / I)



Methionine
(Met / M)

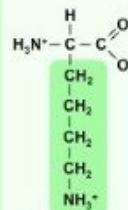


Tryptophan
(Trp / W)

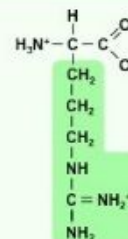


Phenylalanine
(Phe / F)

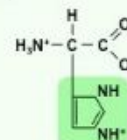
+ CHARGE



Lysine
(Lys / K)

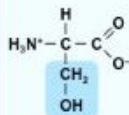


Arginine
(Arg / R)

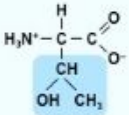


Histidine
(His / H)

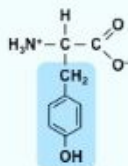
POLAR



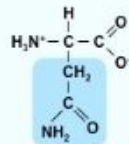
Serine
(Ser / S)



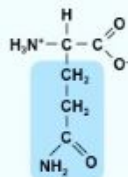
Threonine
(Thr / T)



Tyrosine
(Tyr / Y)

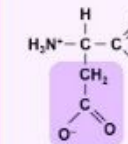


Asparagine
(Asn / N)

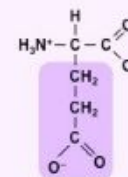


Glutamine
(Gln / Q)

- CHARGE



Aspartic Acid
(Asp / D)



Glutamic Acid
(Glu / E)

2.- L'enllaç peptídic

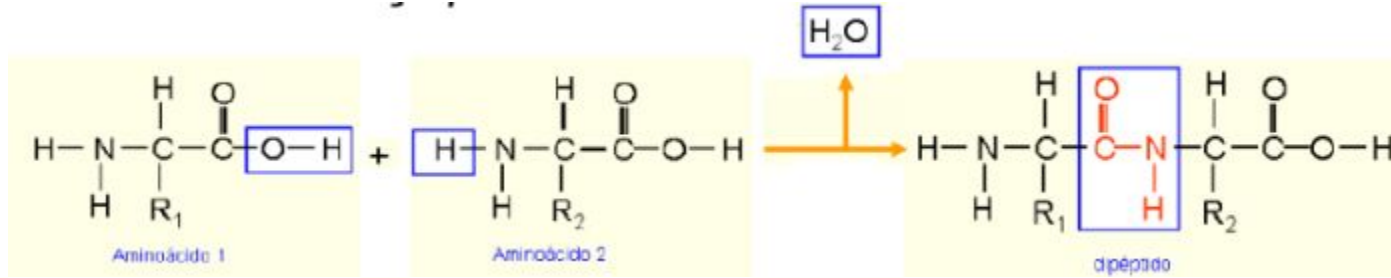
Els enllaços químics entre aminoàcids s'anomenen **enllaços peptídics** i les cadenes que formen s'anomenen **pèptids**.

Segons el número d'aminoàcids de la cadena peptídica tindrem:

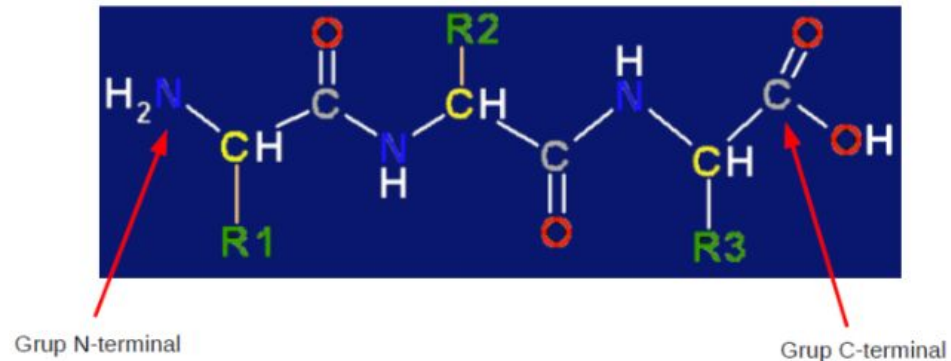
- Dipèptid: dos aminoàcids
- Tripèptid: tres aa
- Oligopèptid: menys de 10 aa
- Polipèptid: entre 11 i 100 aa
- Proteïna: més de 100 aa

L'enllaç peptídic és:

- Un enllaç covalent
- Entre el grup carboxil -COOH del primer aa i el grup amino -NH₂ del següent
- Es desprèn una molècula d'aigua
- És un enllaç tipus amida



Independentment de la longitud de la cadena peptídica sempre hi haurà un grup NH₂ que no ha reaccionat (extrem amino) i un grup COOH que tampoc ha reaccionat (extrem carboxil)



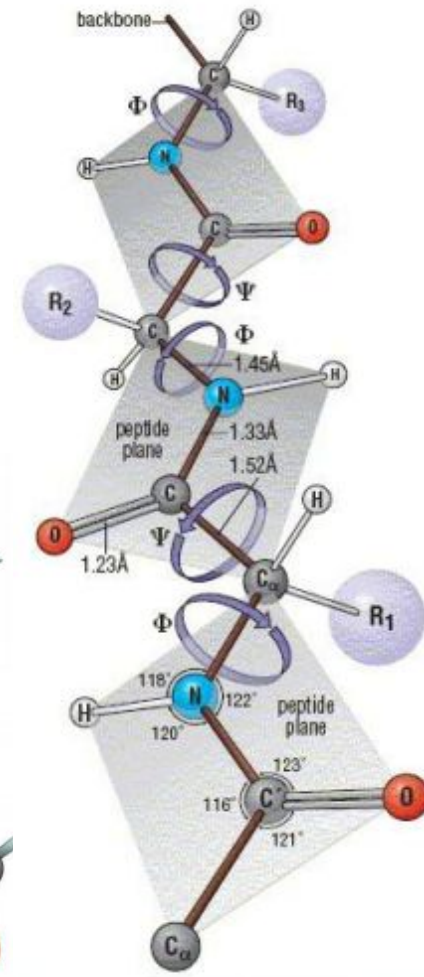
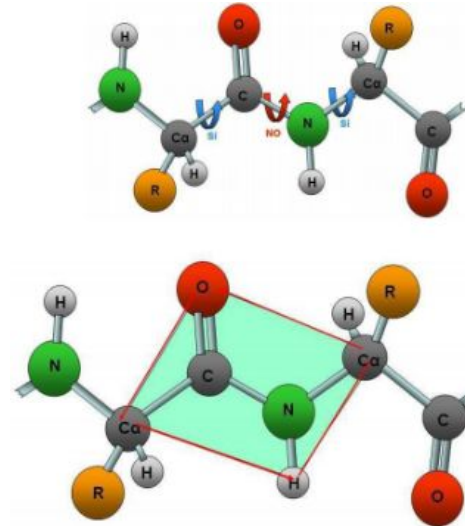
L'enllaç peptídic té un comportament similar a un doble enllaç, és a dir, no permet el gir.

Al no presentar llibertat de gir, l'enllaç peptídic presenta una certa rigidesa que immobilitza en un pla els àtoms que el formen.

Una cadena peptídica està formada per una sèrie de plans separats pels grups CH-R

Només els enllaços simples dels àto $C\alpha-N$ i $C\alpha-C$ presenten llibertat de gir. Al girar, gira tot el pla.

Aquesta característica és determinant en el plegament tridimensional de les cadenes peptídiques.



3.- L'estructura de les proteïnes

Es consideren proteïnes als polipèptids de més de 50 aminoàcids o bé que tinguin un pes molecular superior a 5000 daltons

Algunes proteïnes estan formades per una sola cadena polipeptídica

Altres proteïnes estan constituïdes per varies cadenes associades

És freqüent també que les proteïnes continguin algun fragment no peptídic

L'estructura d'una proteïna ve determinada per la naturalesa dels aminoàcids que la constitueixen.

Es distingeixen 4 nivells d'organització:

-Estructura primària.

-Estructura secundària.

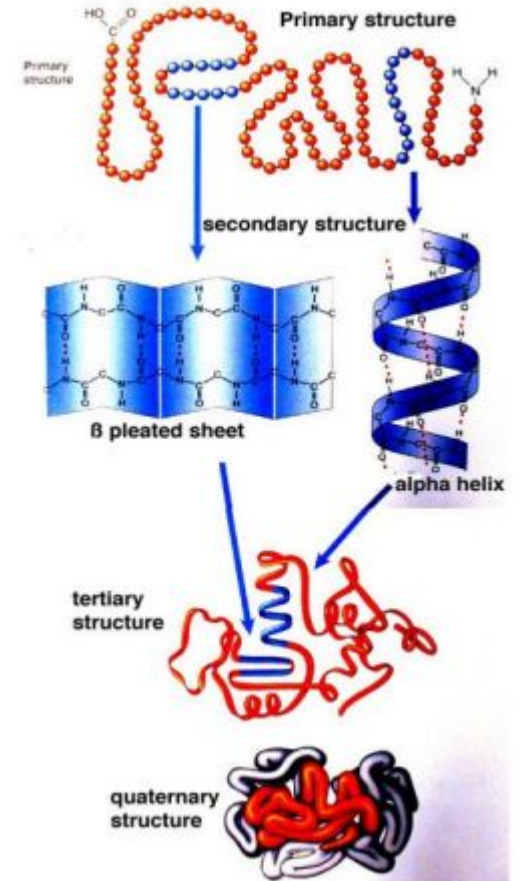
-Estructura terciària.

-Estructura quaternària.

La seqüència dels aminoàcids de la proteïna constitueix
l'estructura primària

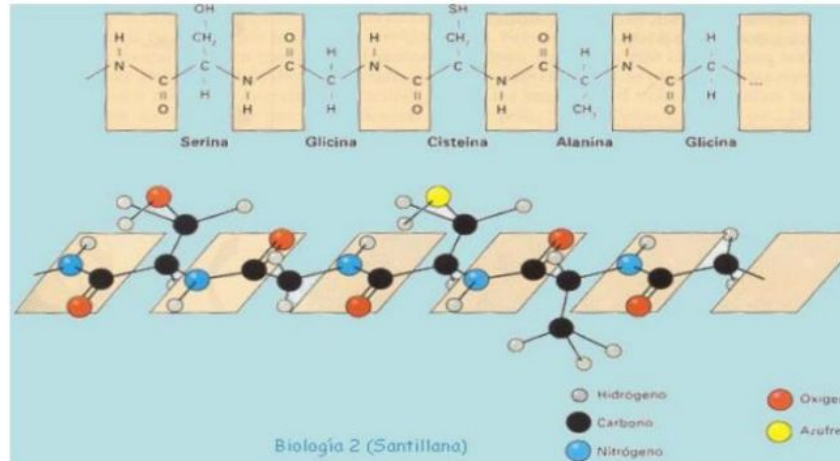
La conformació a l'espai de la proteïna constitueix
l'estructura secundària i l'estructura terciària

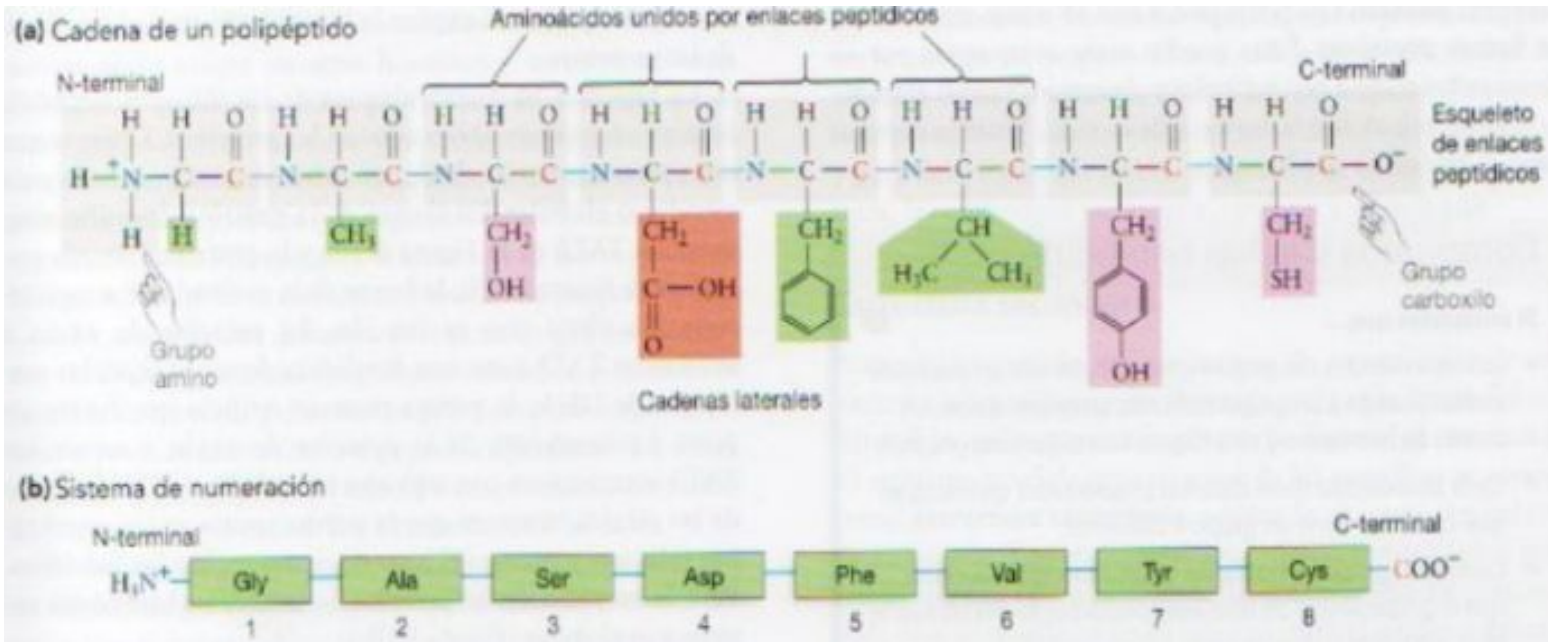
L'associació de diverses cadenes polipeptídiques constitueix
l'estructura quaternària de les proteïnes



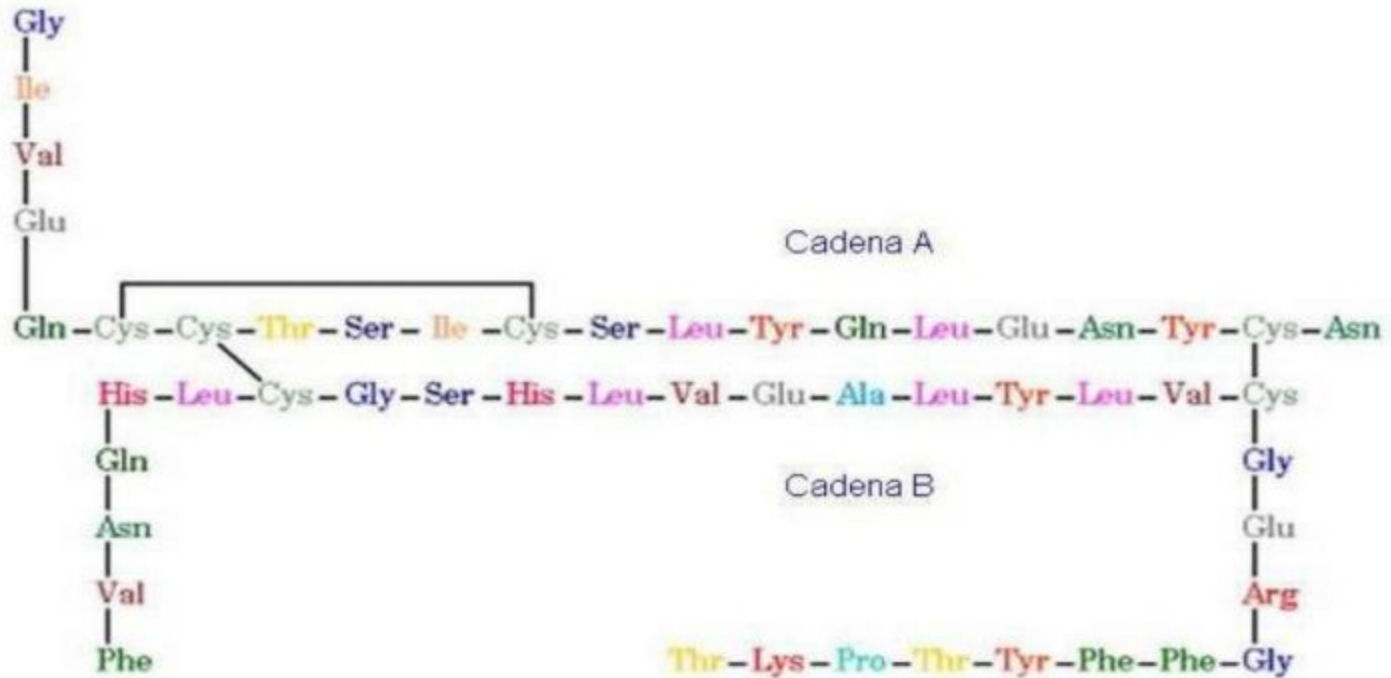
3.1- Estructura primària

- Seqüència d'aminoàcids de la proteïna ordenats des de l'extrem **N-inicial** del primer aminoàcid fins a l'extrem **C-terminal** de l'últim aminoàcid.
- L'aminoàcid **N-inicial** té el grup amino lliure (**-NH₂**)
- L'aminoàcid **C-terminal** té el grup carboxil lliure (**-COOH**)
- Informa dels aminoàcids que constitueixen la proteïna
- Cada proteïna té una seqüència única d'aminoàcids.
- La seqüència de la proteïna es fa numerant els aminoàcids des del N-inicial al C-terminal.





Ex. Insulina humana: dues cadenes de 21 i 30 aminoàcids unides per enllaços disulfur

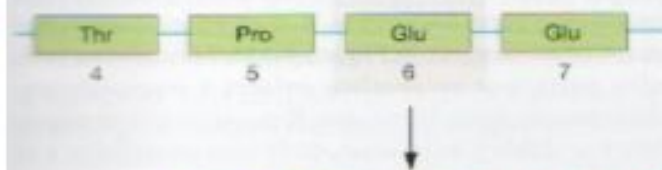


Els **grups R** presents en un polipèptid influeixen en les propietats i les funcions del polipèptid.

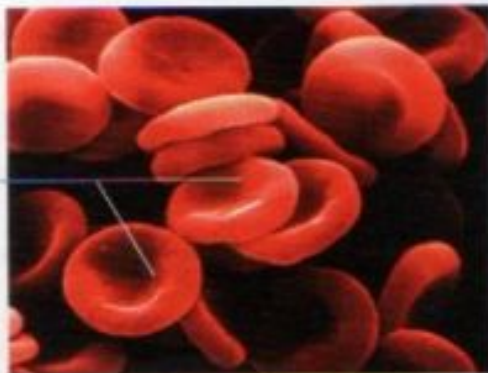
- En alguns casos, un únic canvi en la seqüència d'aminoàcids pot provocar canvis importants en el comportament global de la proteïna.
- L'estructura primària d'una proteïna és fonamental per a la seva funció i per determinar els nivells d'organització superiors: les estructures secundària, terciària i quaternària.

En alguns individus, l'**hemoglobina** té una **valina** en lloc d'un **àcid glutàmic** en la **posició 6** d'una cadena de 146 aminoàcids. La cadena lateral de la valina és molt diferent de la del glutamat. **El canvi provoca alteracions en l'hemoglobina i en els glòbuls vermells que la contenen.** Els glòbuls vermells adopten la forma de falç. Els individus que tenen aquesta hemoglobina pateixen anèmia falciforme, una malaltia greu de la sang.

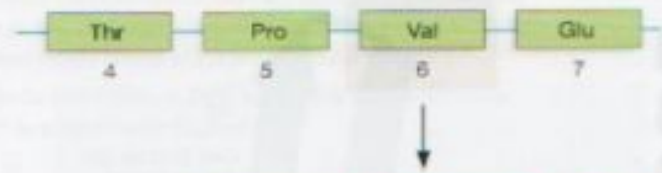
(a) Secuencia normal de aminoácidos



Glóbulos
rojos
normales



(b) Cadena sencilla de la secuencia de un aminoácido



Glóbulos
rojos
falciformes

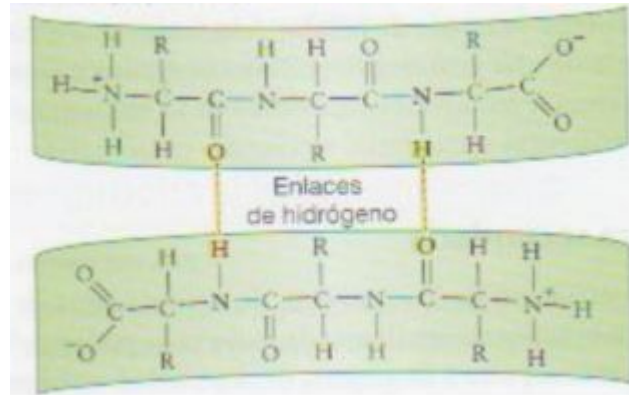


3.2- Estructura secundària

- És la **disposició en l'espai** de l'estructura primària
- Depèn del **nombre d'enllaços d'hidrogen** que presenta, la qual cosa depèn de:
 - els aminoàcids que la formen i de
 - la temperatura del medi en que es troben
- A mesura que els aminoàcids van sent enllaçats durant la síntesi de la proteïna, i **gràcies a la capacitat de gir dels enllaços no peptídics**, la cadena polipeptídica adquireix una disposició o una altra.
- Es coneixien **3 tipus d'estructura secundària**:
 - l'hèlix α
 - la conformació β
 - l'hèlix de col·lagen
- La proteïna pot presentar, a més, zones sense estructura secundària anomenades **zones irregulars**

3.2- Estructura secundària

- Les diferents estructures secundàries són seccions de la proteïna amb una forma determinada, estabilitzades per **enllaços d'hidrogen** entre l'oxigen del carboni carboxílic d'un aminoàcid i l'hidrogen del grup amino d'un altre aminoàcid.

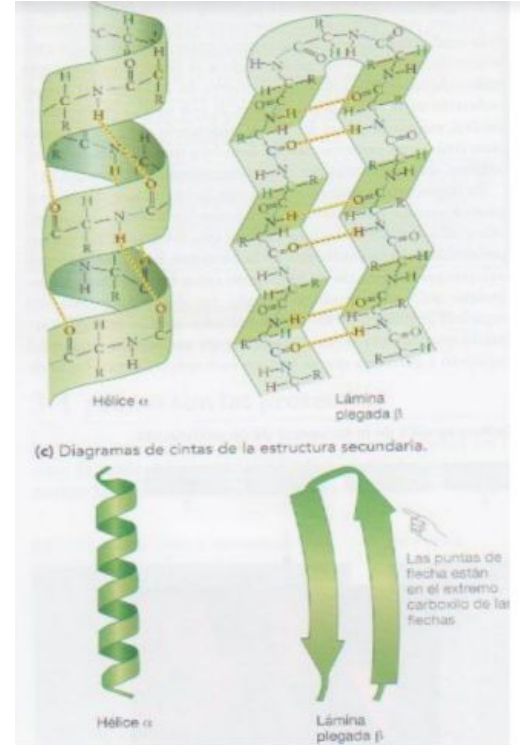
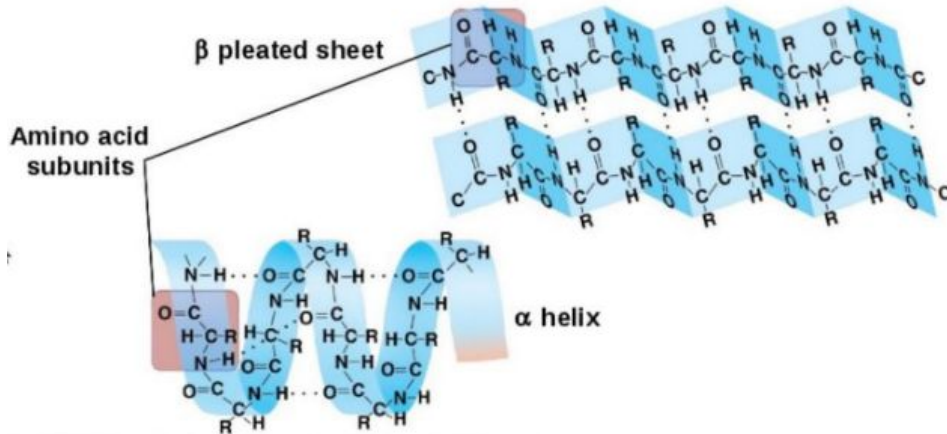


- És important destacar que **l'estructura secundària no està creada per interaccions entre les cadenes laterals dels aminoàcids**, sinó per interaccions entre àtoms que formen part de l'esquelet d'enllaços peptídics de la proteïna. Per a què això sigui possible i que els grups amino i carboxil queden enfrontats les diferents seccions de la cadena peptídica, s'ha de doblegar.

3.2- Estructura secundària

La figura mostra dos de les conformacions més importants que permeten la formació d'enllaços d'hidrogen:

- **L'hèlix α** , en la que l'esquelet del polipèptid forma una espiral
- **la conformació β** , en la que els segments d'una cadena peptídica giren 180° i a continuació es pleguen en el mateix pla.



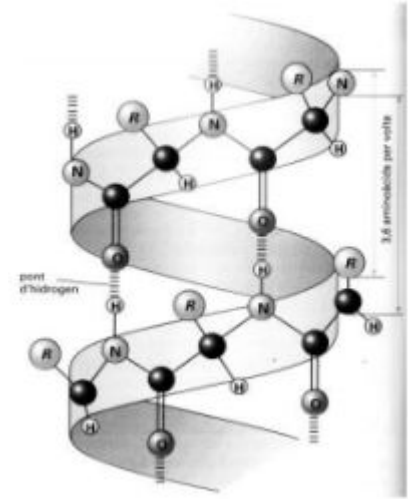
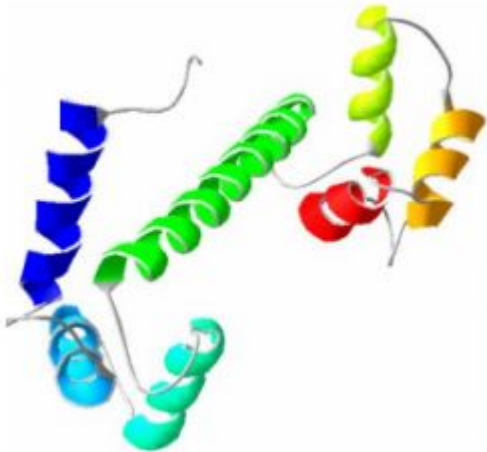
3.2- Estructura secundària (hèlix α)

L'estructura primària s'enrotlla helicoidalment sobre si mateixa (3,6 aa per volta).

Aquesta estructura es manté gràcies als enllaços d'hidrogen entre l'O d'un grup -CO- d'un aminoàcid i l'H del quart aminoàcid que el segueix.

Ex/ proteïnes amb diverses α -hèlix

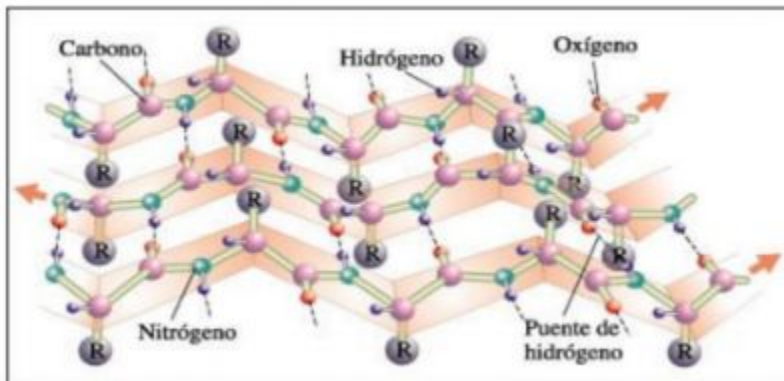
La α -queratina presenta estructura en hèlix α



3.2- Estructura secundària (conformació β)

L'estructura primària es diposa en una cadena estesa en forma de zig-zag (cada aminoàcid forma el pla d'un full plegat). Els grups R dels aminoàcids en col·loquen alternativament per sobre i per sota de la làmina.

S'estableixen enllaços d'hidrogen entre els grups NH i CO d'un segment de la cadena i aquests mateixos grups d'un altre segment de la mateixa cadena que, després de fer un colze torna, generalment, en "sentit invers"



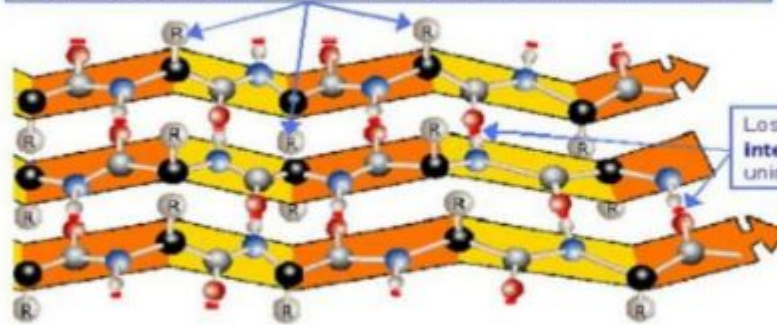
3.2- Estructura secundària (conformació β)

La β queratina de la seda o fibroïna presenta estructura en llàmina plegada

Estructura secundaria de las proteínas: conformación β

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

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



Los enlaces de hidrógeno **intercatenarios** mantienen unidas las cadenas.

Las cadenas polipeptídicas se pueden unir de dos formas distintas.

Disposición antiparalela



Disposición paralela



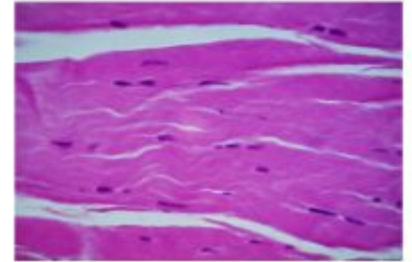
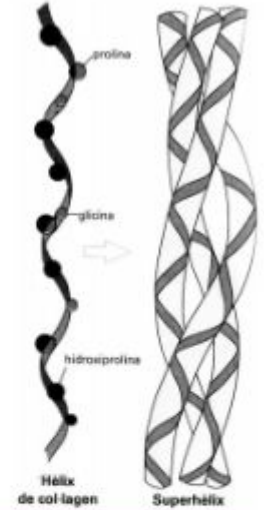
3.3- Estructura secundària (hèlix de col·lagen)

Exclusiva del col·lagen

Disposició en hèlix allargada (3 aminoàcids per volta) a causa de l'abundància de prolina i hidroxiprolina, ja que aquest aminoàcids tenen una estructura que dificulta la formació d'enllaços d'hidrogen.

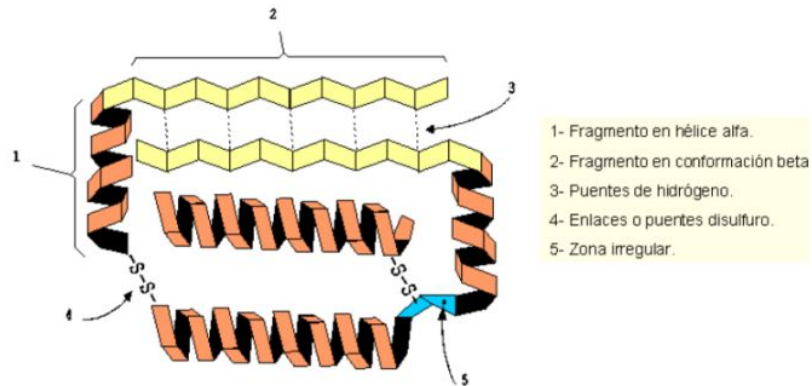
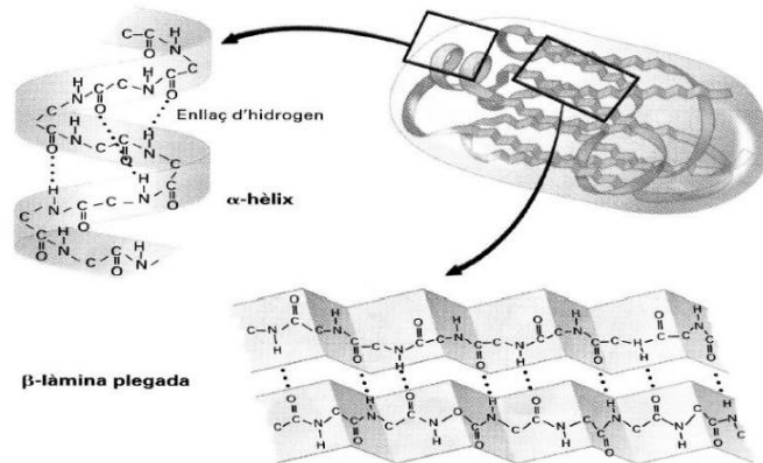
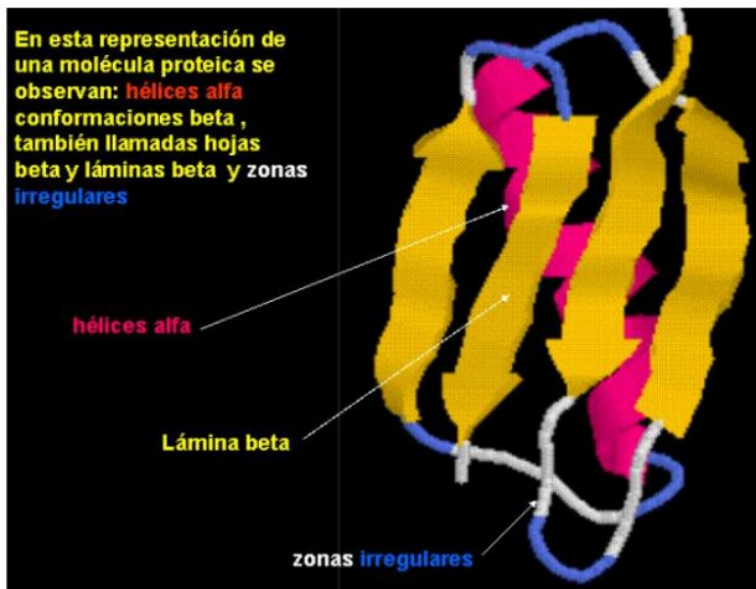
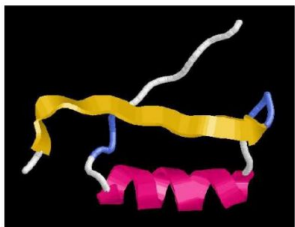
3 hèlix de col·lagen unides mitjançant enllaços covalent i enllaços febles com els enllaços d'hidrogen, formen una superhèlix que dona lloc a una molècula de col·lagen.

El col·lagen és molt freqüent en el teixit connectiu, la pell, els ossos i els cartílags dels animals.



3.2- Estructura secundària

Ex/ estructura secundària de insulina

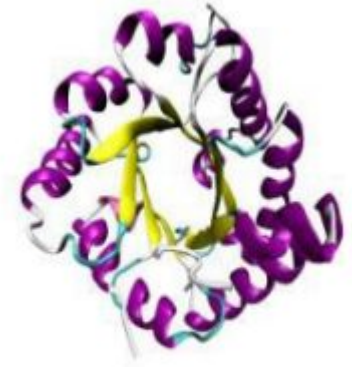


3.3- Estructura terciaria

- És la disposició en l'espai que presenta l'estructura secundària. **Representa la disposició definitiva que adopta la proteïna a l'espai.**
- Dos tipus d'estructura terciària:
 - Conformació globular
 - Conformació filamentosa

Conformació GLOBULAR: proteïnes globulars

- La cadena polipeptídica es replega fortament donant lloc a formes globulars compactes.
- En aquesta conformació els grups apolars es situen a l'interior i els grups polars, a l'exterior. Això facilita que moltes proteïnes globulars siguin **solubles en aigua i en dissolucions salines** i possibilita que moltes **duguin a terme funcions de transport, enzimàtiques, hormonals, etc**



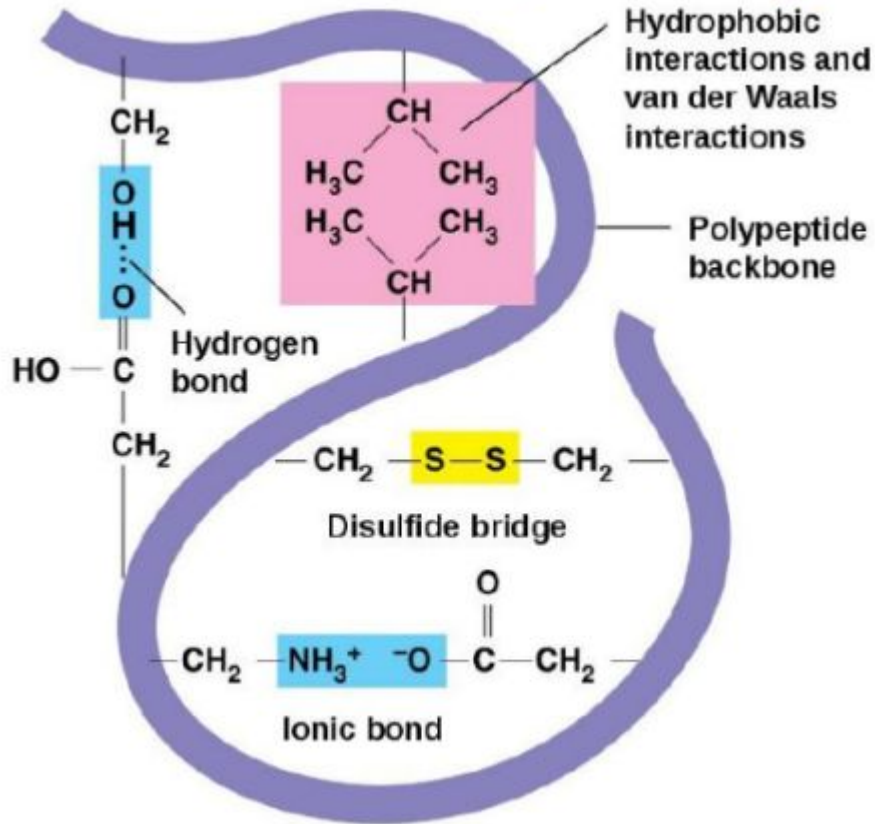
Representación de una proteína: en violeta las hélices alfa y en amarillo las hojas beta

- Les conformacions globulars es mantenen estables per l'existència de diferents tipus d'**enllaços entre els radicals R dels aminoàcids**:

Enllaços covalents forts: ponts disulfur (entre dues cisteïnes)

Enllaços febles: pont d'hidrogen entre grups R polars, interaccions hidrofòbiques (forces de Van der Waals), enllaços iònics entre grups R amb càrrega

Conformació GLOBULAR: proteïnes globulars



Conformació FILAMENTOSA: proteïnes fibroses

És una conformació més simple que la globular

Es dona quan l'estructura secundària no es replega sino que forma **estructures allargades** i enrotllades al llarg d'un eix.

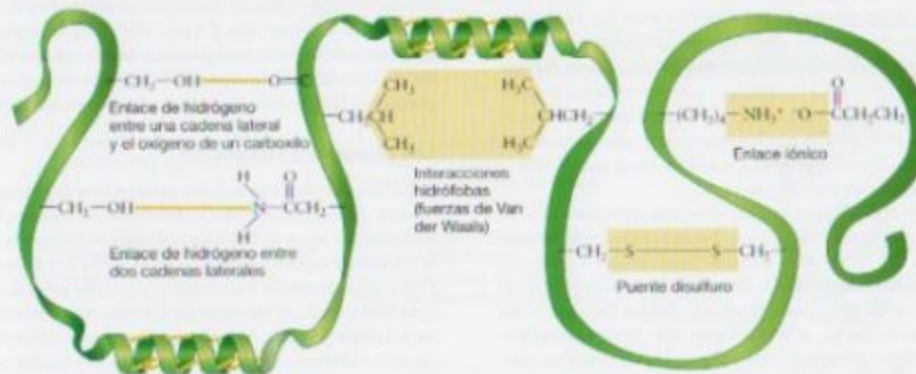
Dona lloc a proteïnes amb estructures molt resistents, ideals per exercir **funcions estructurals**

Els grups polars i apolars estan en contacte amb l'exterior, cosa que fa que siguin **insolubles en aigua**

Exemples// col·lagen dels ossos, teixit conjuntiu, la α -queratina de les ungles, les banyes, les plomes, els pèls,... la β -queratina del fil de seda i de les teranyines...

Estructura terciaria

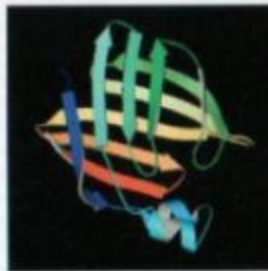
(a) Interacciones que determinan la estructura terciaria de las proteínas.



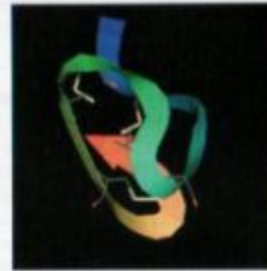
(b) Las estructuras terciarias son variadas.



Estructura terciaria compuesta principalmente por hélices α



Estructura terciaria compuesta principalmente por láminas plegadas β



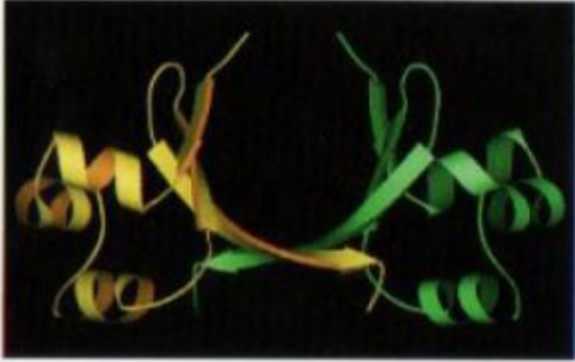
Estructura terciaria con abundantes puentes disulfuro

3.4- Estructura quaternària

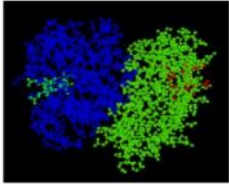
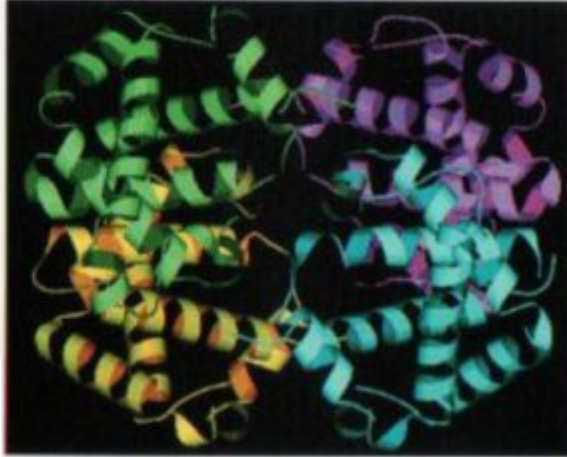
- És l'estructura que presenten les **proteïnes constituïdes per dues o més cadenes polipeptídiques amb estructura terciària, idèntiques o no**, unides per enllaços febles (mai enllaços covalents).
- Cada una d'aquestes estructures rep el nom de **protomer**
- Segons el nombre de promoters que s'associen les proteïnes s'anomenen:
 - **Dimers:** 2 protomers (ex. Hexoquinasa)
 - **Tetramers:** 4 protomers (ex. hemoglobina)
 - **Pentamer:** 5 protomers (ex. RNA-polimerasa)
 - **Polimer:** gran nombre de protomers (capside del virus de la poliomielitis)

3.4- Estructura quaternària

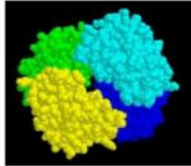
(a) Proteïna Cro, un dímer.



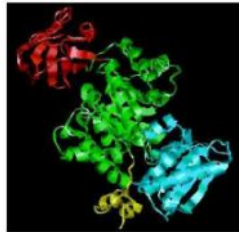
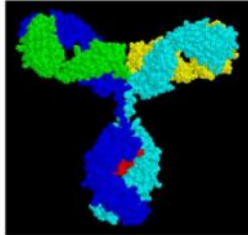
(b) Hemoglobina, un tetràmer.



Dímer



Tetràmers



Taula resum

NIVELL	DESCRIPCIÓ	ESTABILITZAT PER	EX// Hemoglobina
Primari	Seqüència d'aminoàcids d'un polipèptid	Enllaços peptídics	
Secundari	Formació d'hèlix α i llàmines plegades β en un polipèptid	Enllaços d'hidrogen entre grups de l'esquelet peptídic, així doncs, depèn de l'estructura primària	
Terciari	Forma tridimensional global d'un polipèptid (inclou la contribució de les estructures secundàries)	Enllaços i altres interaccions entre grups R, o grups R i l'esquelet peptídic, per tant depèn de l'estructura primària	
Quaternari	Forma produïda per combinacions de polipèptids (combinacions d'estructura terciària)	Enllaços i altres interaccions entre grups R i entre esquelets peptídics de diferents polipèptids (depèn de l'estructura primària)	

4.- Les propietats de les proteïnes

Les propietats d'una proteïna depenen sobretot dels seus radicals R

Les principals son:

- La solubilitat
- La desnaturalització
- L'especificitat
- La capacitat amortidora

4.1- La solubilitat

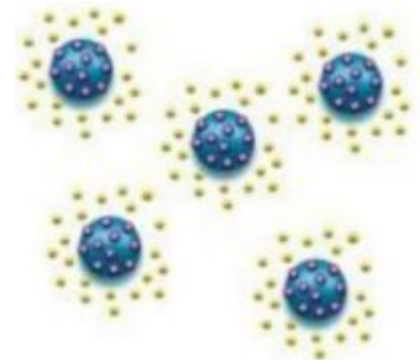
Dependrà de la proporció d'aminoàcids amb radicals polars respecte dels aminoàcids amb radicals apolars:

- grups R polas > grups R apolars



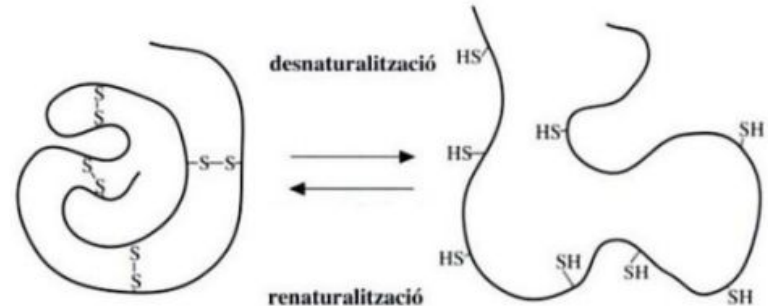
més soluble serà la proteïna

- Els R polars estableixen enllaços pont d'H amb les molècules d'aigua, de manera que cada proteïna queda recoberta d'una capa de molècules d'aigua i es pot dissoldre.



4.2- La desnaturalització

- És la pèrdua de l'estructura quaternària, terciària i secundària per:
 - Canvis del pH
 - Canvis de T^a
 - Canvis de salinitat del medi
 - Agitació molecular
- La **desnaturalització** provoca que la proteïna adopti una **conformació filamentosa** i precipite. De manera que perd la seva funcionalitat
- **Renaturalització:** algunes proteïnes poden recuperar la seva conformació originària, que es torna a les condicions inicials del medi.



4.2- La desnaturalització

Pregunta avaluable:

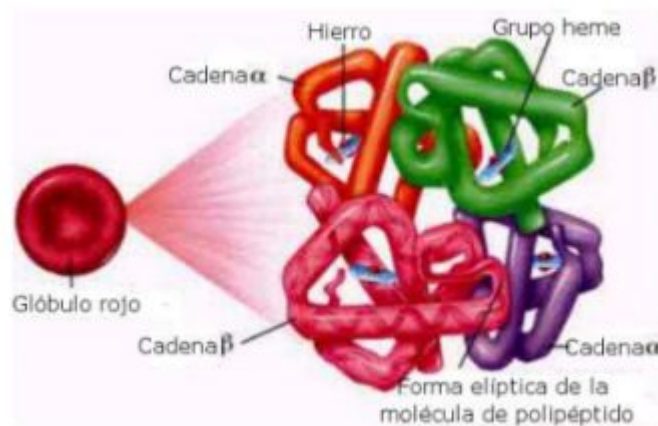
Explica el funcionament de la permanent en quan tant es refereix a la seva acció sobre les proteïnes del cabell

4.3- L'especificitat

Les proteïnes són molt específiques de cada espècie i fins i tot, de cada individu.

Cada proteïna realitza una funció determinada que no pot ser realitzada per cap altra proteïna.

Ex// L'hemoglobina transporta $I=2$ en els glòbuls vermells. Aquesta és específica de cada espècie, és a dir, diferent.



4.3- L'especificitat

L'especificitat de les proteïnes de cada individu, provoquen que en les transplantaments d'òrgans, apareguin problemes de rebuig. El sistema immunitari de la persona que rep l'òrgan, detecta que les proteïnes de membrana de l'òrgan són diferents a les del propi cos i produeix defenses i rebuig.

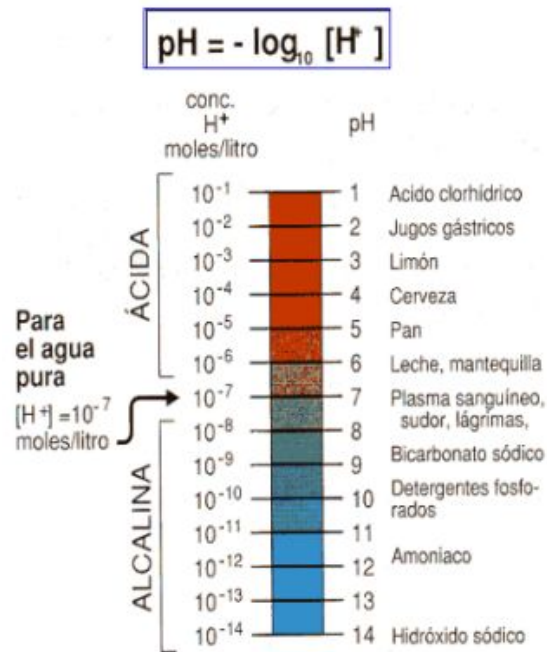
Les diferències d'una mateixa proteïna entre espècies, serveix per determinar el parentiu evolutiu. Com més allunyades evolutivament estan dues espècies, més diferències hi trobem. Tanmateix, quan més emparentades estan les 2 espècies, més semblants són les proteïnes.

Diferencias en la estructura primaria de la insulina en diferentes especies.

Especies	Aminoácidos			
	A8	A9	A10	B30
Cerdo	Thr	Ser	Ile	Ala
Hombre	Thr	Ser	Ile	Thr
Caballo	Thr	Gly	Ile	Ala
Carnero	Ala	Gly	Val	Ala
Pollo	His	Asn	Thr	Ala
Vaca	Ala	Ser	Val	Ala

4.4- La capacitat amortidora

Com que les proteïnes estan constituïdes per aminoàcids, també tenen un **comportament amfòter**, és a dir, depenent del pH del medi, poden comportar-se com un àcid o com una base. Les proteïnes dissoltes tendeixen a neutralitzar les variacions del pH del medi (solucions tampó o amortidores)



5.- La classificació de les proteïnes

Hi ha dos tipus de proteïnes:

- **Holoproteïnes:** constituïdes exclusivament per aminoàcids
 - proteïnes filamentoses
 - proteïnes globulars
- **Heteroproteïnes:** constituïdes per aminoàcids i altres tipus de molècules.
Cromoproteïnes.
 - glicoproteïnes
 - lipoproteïnes
 - fosfoproteïnes
 - nucleoproteïnes

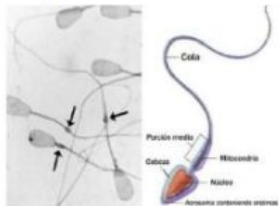
5.1- Les holoproteïnes

Proteïnes Globulars

- **Protamines:** Soluble en aigua. Associades a ADN dels espermatozoides.
- **Histones:** Solubles en aigua. Associades a ADN del nucli, menys espermatozoides.
- **Prolamines:** Insolubles en aigua. Llavors vegetals.
- **Glutelines:** Insolubles en aigua. Solubles en àcids i bases diluïdes
- **Albúmines:** Solubles en aigua. Seroalbúmina de la sang, ovoalbúmina de l'ou, lactoalbúmina de la llet, globina de la hemoglobina.
- **Globulines:** Solubles en dissolucions salines. Seroalbúmina de la sang, ovoglobulina de l'ou, lactoglobulina de la llet, globulina de l'hemoglobina, immunoglobulina dels anticossos.

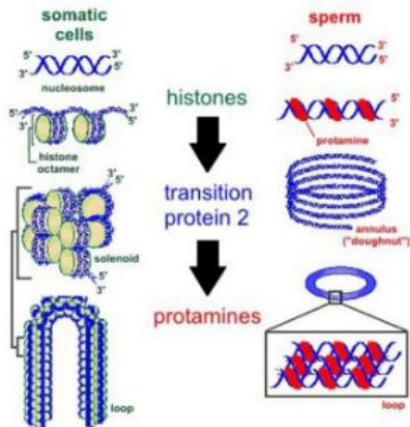
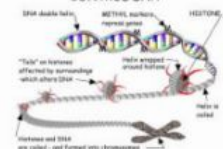
5.1- Les holoproteïnes

• protamines.

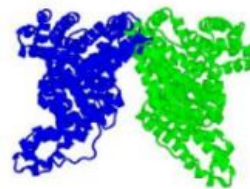


• histones.

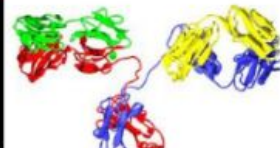
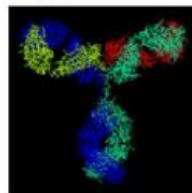
HISTONES AND METHYL MARKERS CONTROL DNA



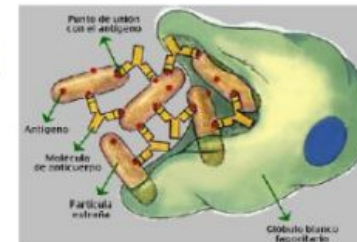
• albúmines.



• globulines.



Estas proteínas terciarias de la IgG humana. Se ve y así los dos cadenas pesadas, y se ve los dos cadenas ligeras.



5.2- Les heteroproteïnes

Formades per una part proteica formada per aminoàcids i una no proteica no formada per aminoàcids

La part no proteica: **grup prostètic**

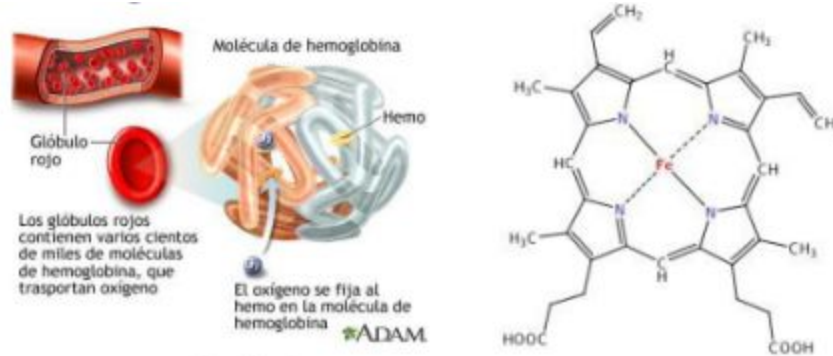
- **Pigment:** cromoproteïnes
- **Glúcid:** glicoproteïnes
- **Lipid:** lipoproteïnes
- **Àcid fosfòric:** fosfoproteïnes
- **Àcid nucleic:** nucleoproteïnes

5.2.1- Cromoproteïnes

Dos tipus segons els pigment:

- Pigments porfirínics: Porfirina (anell amb catió metàl·lic)

Ex// grup hemo (Fe_2^+) de la hemoglobina, transport de l'oxigen a la sang.

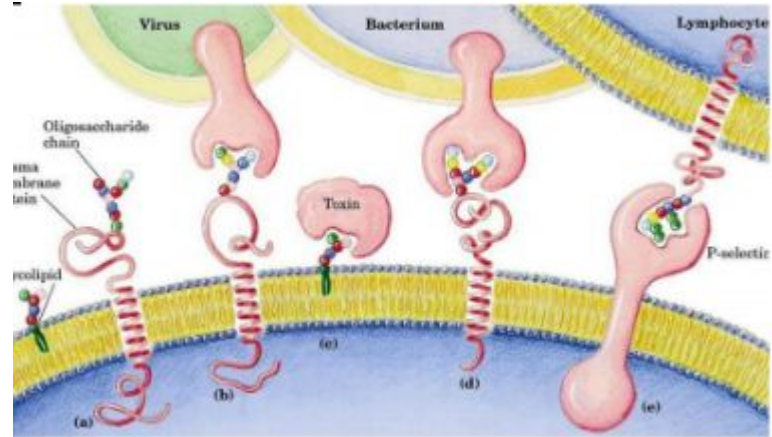
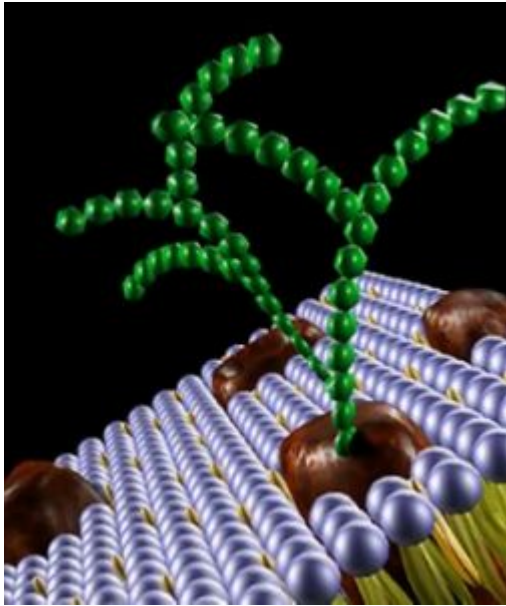


- Pigments no porfirínics: sense porfirina

5.2.2- Glicoproteïnes

Grup prostètic = un glúcid

Exemples// Immunoglobulines i glicoproteïnes de les membranes plasmàtiques



5.2.3- Heteroproteïnes

Lipoproteïnes: grup prostètic, un lípid.

Ex// lipoproteïnes sanguínies (transport greixos per la sang)

Fosfoproteïnes: grup prostètic: àcid fosfòric.

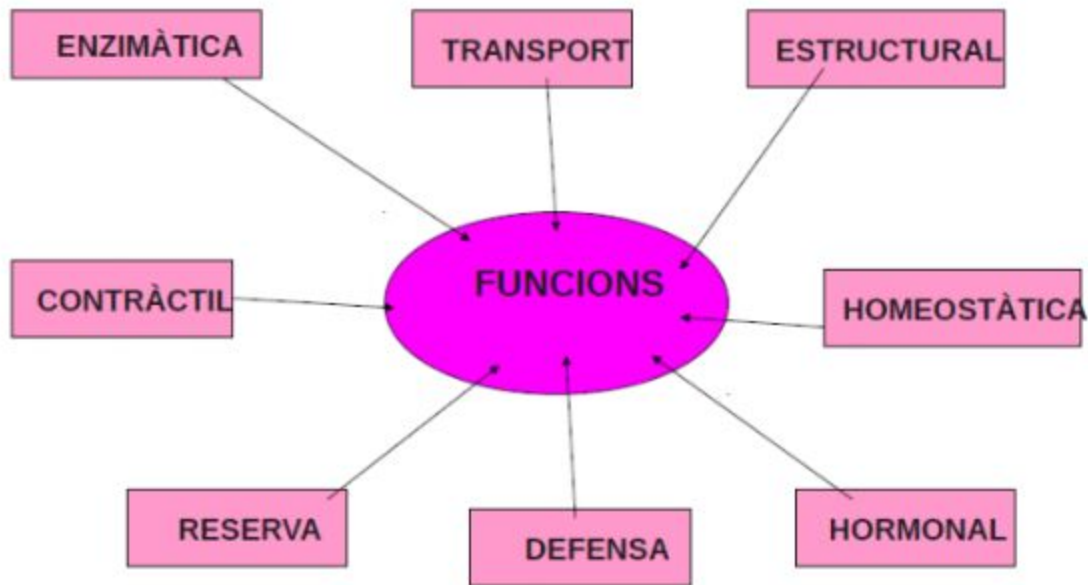
Ex// la caseïna de la llet i la vitel·lina del rovell de l'ou.

Nucleoproteïnes: grup prostètic: un àcid nucleic.

Ex// associades a les histones i a les protamines dels espermatozoides.

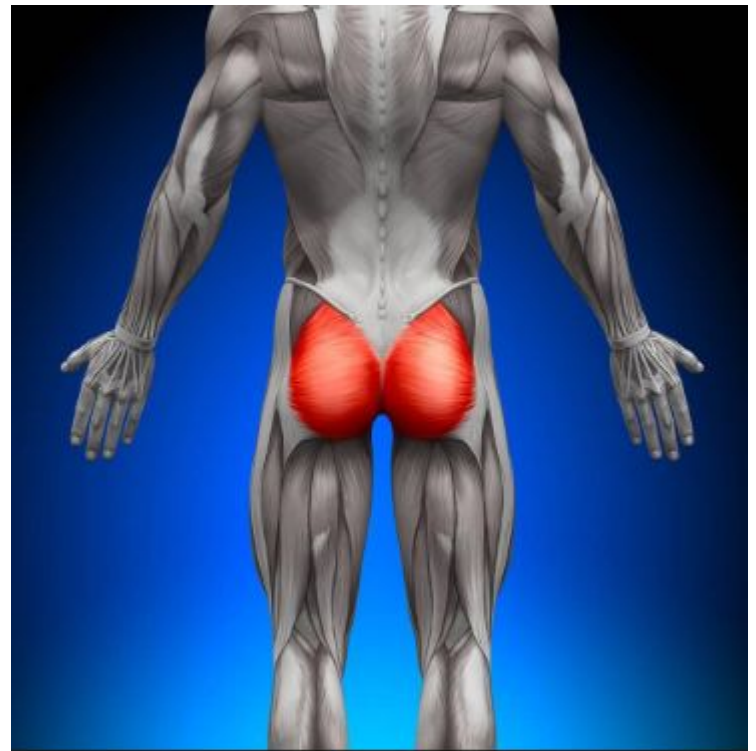
6.- Les fonctions de les proteïnes

Les fonctions de les proteïnes.



6.- Les funcions de les proteïnes

- **Estructural:** glicoproteïnes de la membrana plasmàtica, les histones i protamines del ADN, les queratines, les elastines, els col·làgens, etc.
- **Reserva:** ovoalbúmina de l'ou, la caseïna de la llet, etc
- **Transport:** l'hemoglobina (O₂), seroalbúmina (substàncies per la sang), lipoproteïnes (lípid per la sang)...
- **Enzimàtica:** biocatalitzadors que afavoreixen les reaccions bioquímiques com la maltasa, la lipasa, l'amilasa,...
- **Hormonal:** regulació del funcionament de l'organisme com la insulina, l'hormona del creixement...
- **Defensa:** immunoglobulines dels anticossos.
- **Contràctil:** actina i miosina (contracció muscular), flagel·lina (moviment flagel)
- **Homeostàtica:** regulació del pH



ESTUDIEU MOLT!!!

**Imatges motivacionals relacionades amb
“proteïnes”**