



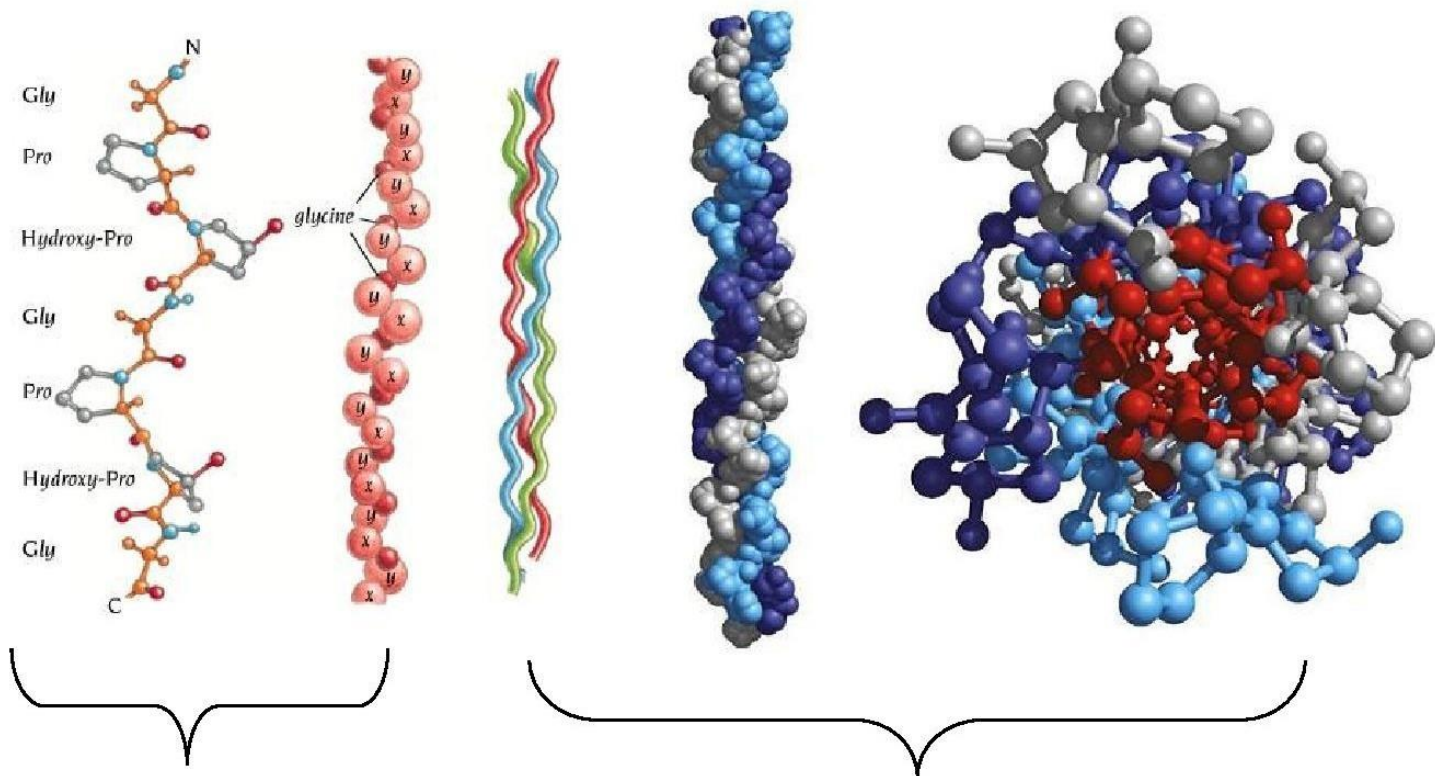
# Tipos de colágeno

| Tipo  | Composición molecular                         | Características estructurales  | Tejidos representativos   |
|---|---|--|---|
| COLÁGENO FIBRILAR                           |   |  |   |
| I   | $[\alpha 1(I)]_2[\alpha 2(I)]$                | Fibrillas de 300 nm de largo   | Piel, tendones, huesos, ligamentos, dentina, tejidos intersticiales |
| II  | $[\alpha 1(II)]_3$                            | Fibrillas de 300 nm de largo   | Cartílago, humor vítreo   |
| III   | $[\alpha 1(III)]_3$                           | Fibrillas de 300 nm de largo; a menudo con el tipo I   | Piel, músculo, vasos sanguíneos                                     |
| V   | $[\alpha 1(V)_2\alpha 2(V)], [\alpha 1(V)]_3$ | Fibrillas de 390 nm de largo con extensión globular en el extremo N-terminal; a menudo con el tipo I | Córnea, dientes, huesos, placenta, piel, músculo liso               |
| COLÁGENO ASOCIADO CON FIBRILLAS             |   |  |   |
| VI  | $[\alpha 1(VI)][\alpha 2(VI)]$                | Asociación lateral con el tipo I; dominios globulares periódicos                                     | La mayoría de los tejidos intersticiales                            |
| IX  | $[\alpha 1(IX)][\alpha 2(IX)][\alpha 3(IX)]$  | Asociación lateral con el tipo II; dominios globulares N-terminal; unido a GAG                       | Cartílagos, humor vítreo  |
| COLÁGENO DE ANCLAJE Y FORMADOR DE LÁMINAS   |   |  |   |
| IV  | $[\alpha 1(IV)]_2[\alpha 2(IV)]$              | Retículo bidimensional   | Toda la lámina basal  |
| VII   | $[\alpha 1(VII)]_3$                           | Fibrillas largas   | Debajo de la lámina basal de la piel                                |
| XV  | $[\alpha 1(XV)]_3$                            | Proteína central del proteoglicano condroitinsulfato   | Ampliamente difundido; cerca de la lámina basal de los músculos     |
| COLÁGENO TRANSMEMBRANA                      |   |  |   |
| XIII  | $[\alpha 1(XIII)]_3$                          | Proteína integral de membrana  | Hemidesmosomas de la piel   |
| XVII  | $[\alpha 1(XVII)]_3$                          | Proteína integral de membrana  | Hemidesmosomas de la piel   |
| COLÁGENO DE DEFENSA CONTRA HUÉSPEDES        |   |  |   |
| Colectinas                                  |   | Oligómeros de hélice triple; dominios de lectina   | Sangre, espacio alveolar  |
| C1q   |   | Oligómeros de hélice triple  | Sangre (complemento)  |
| Receptores recolectores (scavenger) clase A |   | Proteína de membrana homotrimérica   | Macrófagos  |

(2)

FUENTES: K. Kuhn, 1987, in R. Mayne y R. Burgeson, eds., Structure and Function of Collagen Types, Academic Press, p. 2 y M. van der Rest y R. Garrone, 1991, FASEB J. 5:2814.

# Niveles Estructurales del Colágeno

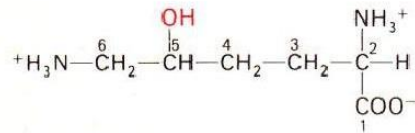


Estructuras primaria y secundaria

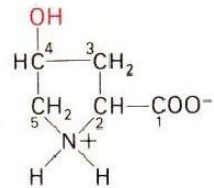
Estructura cuaternaria: Triple hélice del colágeno



# Estructura Primaria



**5-Hidroxisilina  
(Hyl)**



**4-Hidroxirolina  
(Hyp)**

13  
-Gly-Pro-Met-Gly-Pro-Ser-Gly-Pro-Arg-  
22  
-Gly-Leu-Hyp-Gly-Pro-Hyp-Gly-Ala-Hyp-  
31  
-Gly-Pro-Gln-Gly-Phe-Gln-Gly-Pro-Hyp-  
40  
-Gly-Glu-Hyp-Gly-Glu-Hyp-Gly-Ala-Ser-  
49  
-Gly-Pro-Met-Gly-Pro-Arg-Gly-Pro-Hyp-  
58  
-Gly-Pro-Hyp-Gly-Lys-Asn-Gly-Asp-Asp-

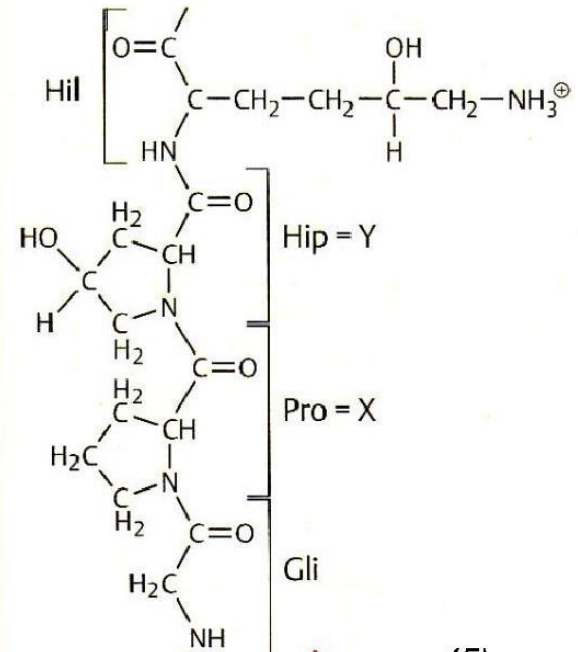
(4)

Aminoácidos especiales:  
4-hidroxirolina (4Hip)  
3-hidroxirolina (3Hip)  
5-hidroxisilina (5Hil)



Unidad básica

Estructura primaria



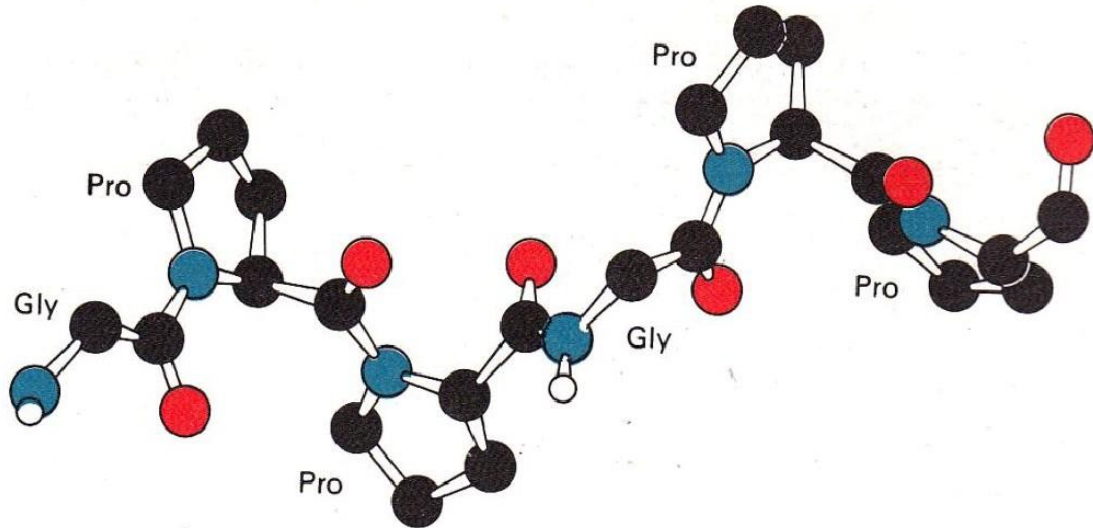
(5)

## Estructura Secundaria

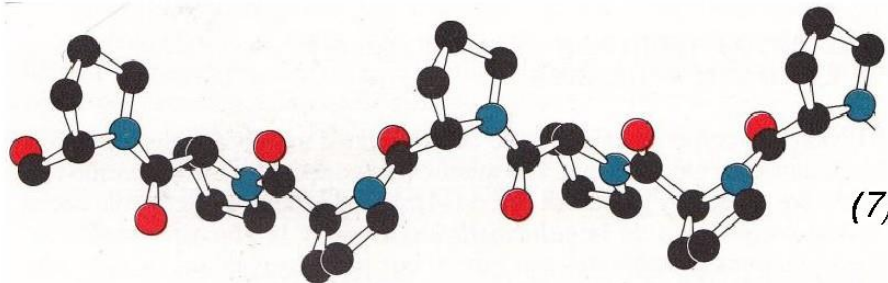
Hélice simple de colágeno  
(levógira)



(6)

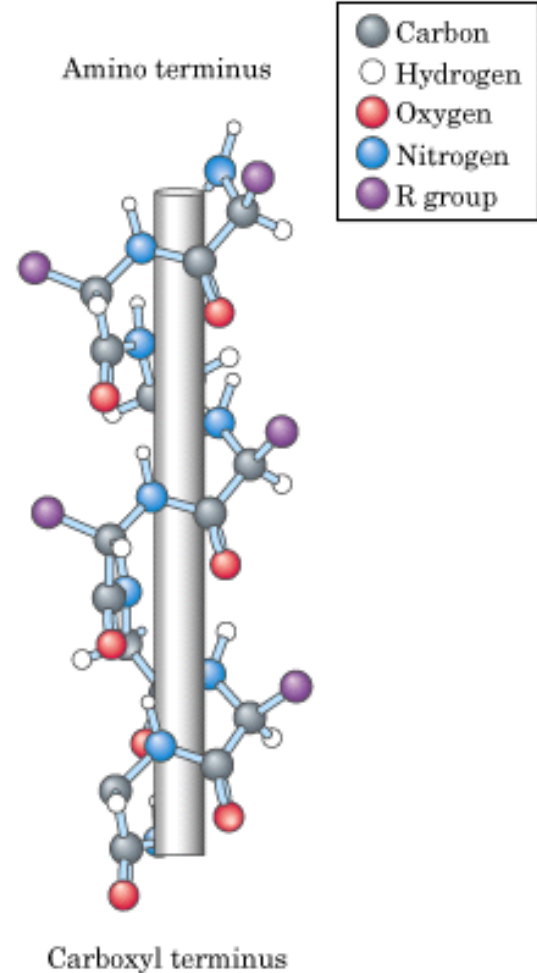
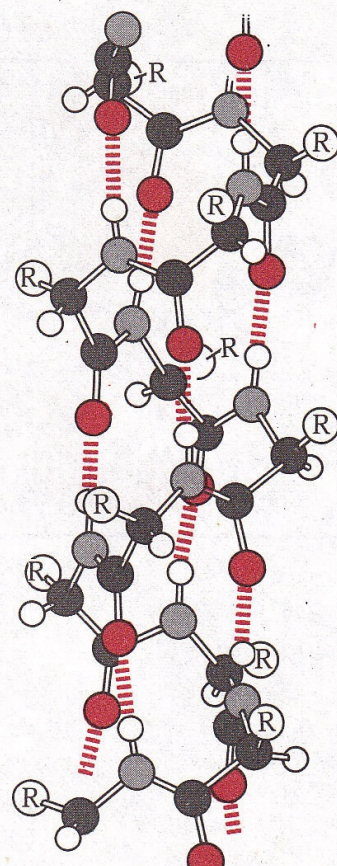
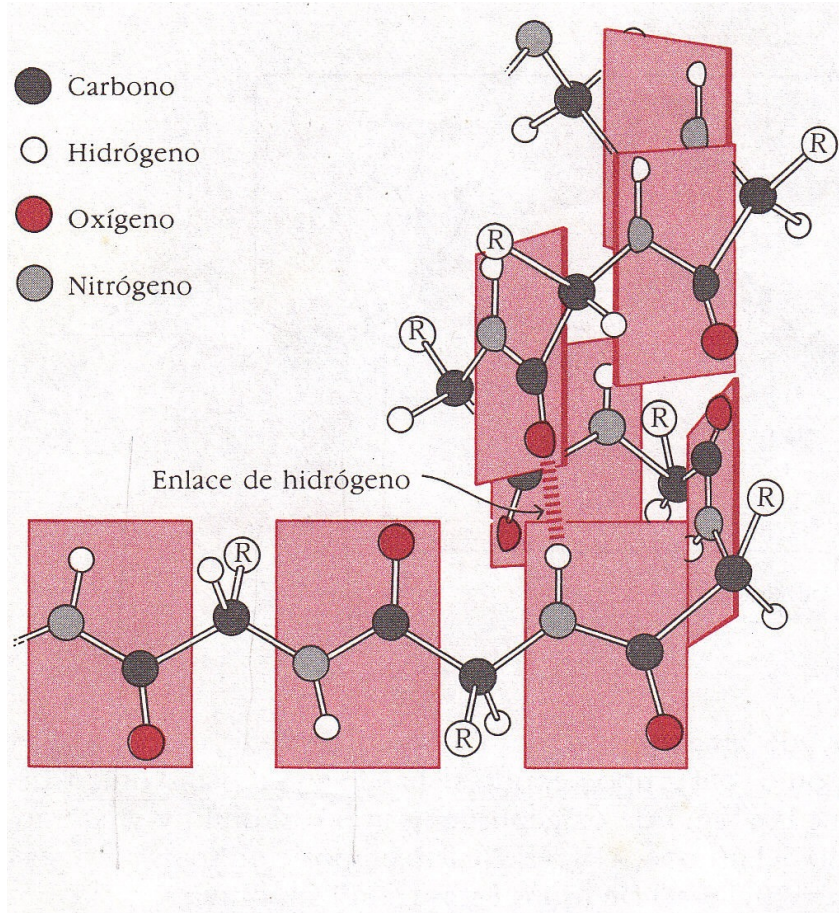


Hélice de  
poli-L-prolina



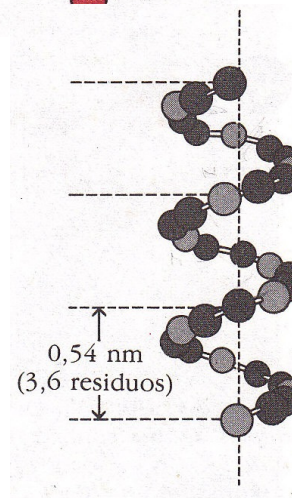
(7)





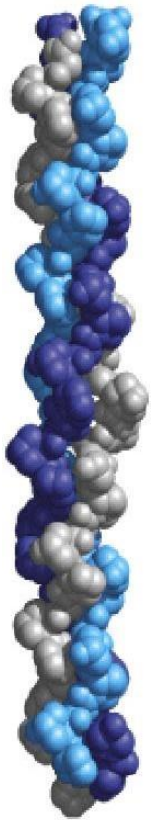
## Hélice $\alpha$

## Estructura Secundaria

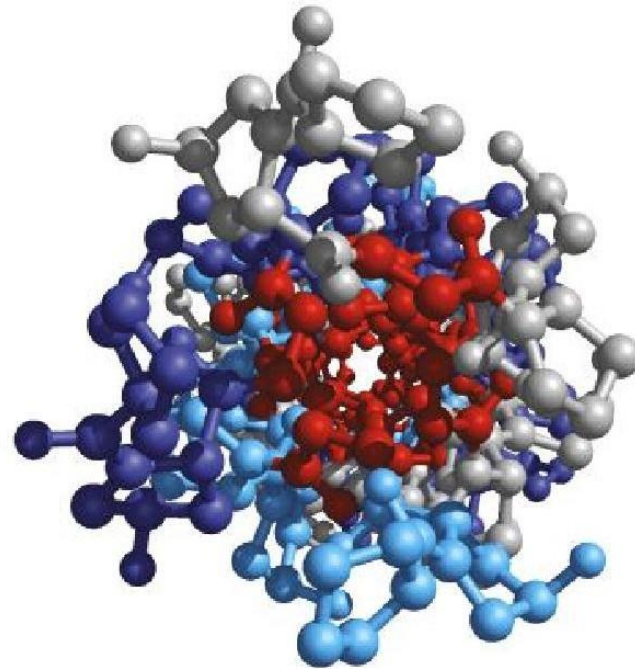


## Estructura Cuaternaria

Triple hélice de Colágeno:  
Tres hélices simples enrolladas dextrógiramente



**Vista longitudinal**

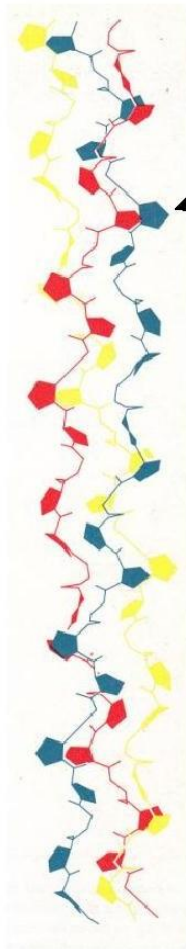


**Vista transversal.** Glicinas en rojo.  
Triple hélice muy compacta (pequeña luz central)

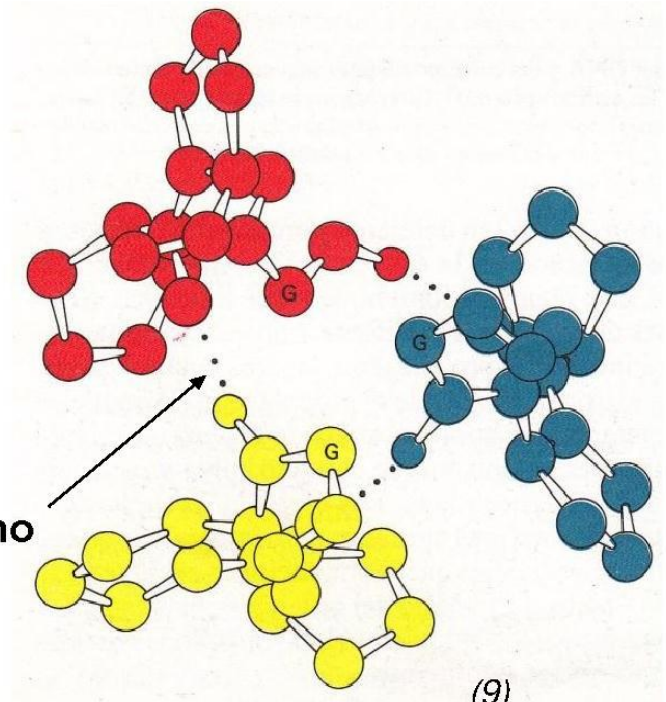


# Triple hélice de Colágeno:

Estructura estabilizada por puentes de Hidrógeno

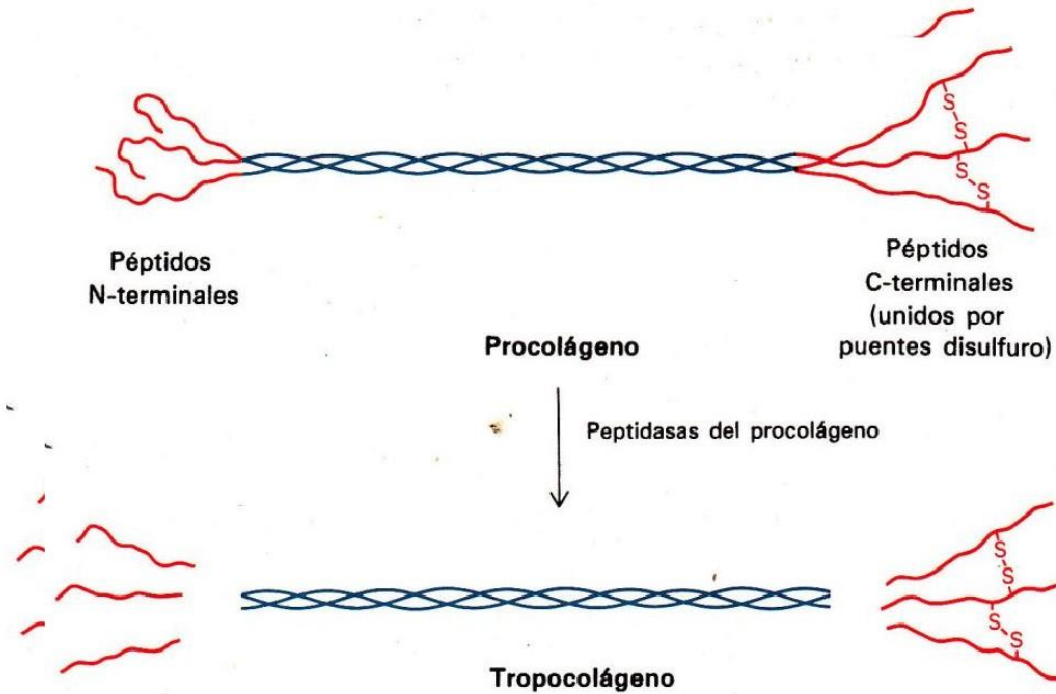


Anillos de pirrolidona.  
(Prolinas e hidroxiprolinas)



Puentes de hidrógeno

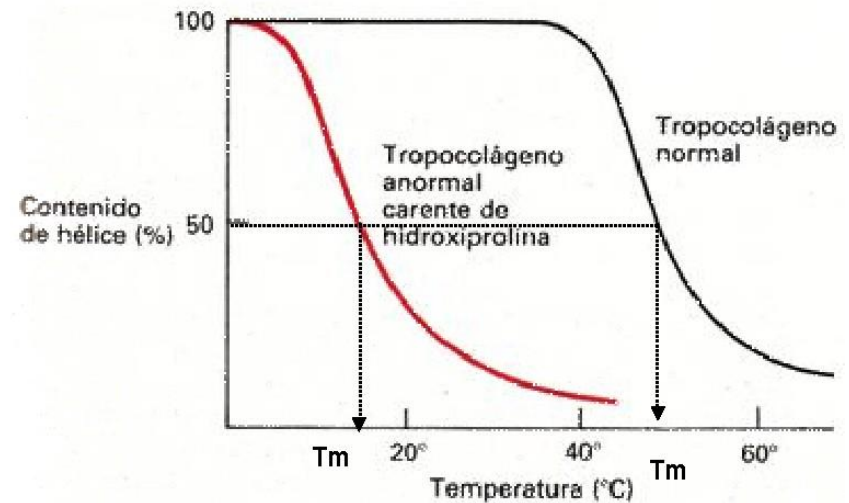




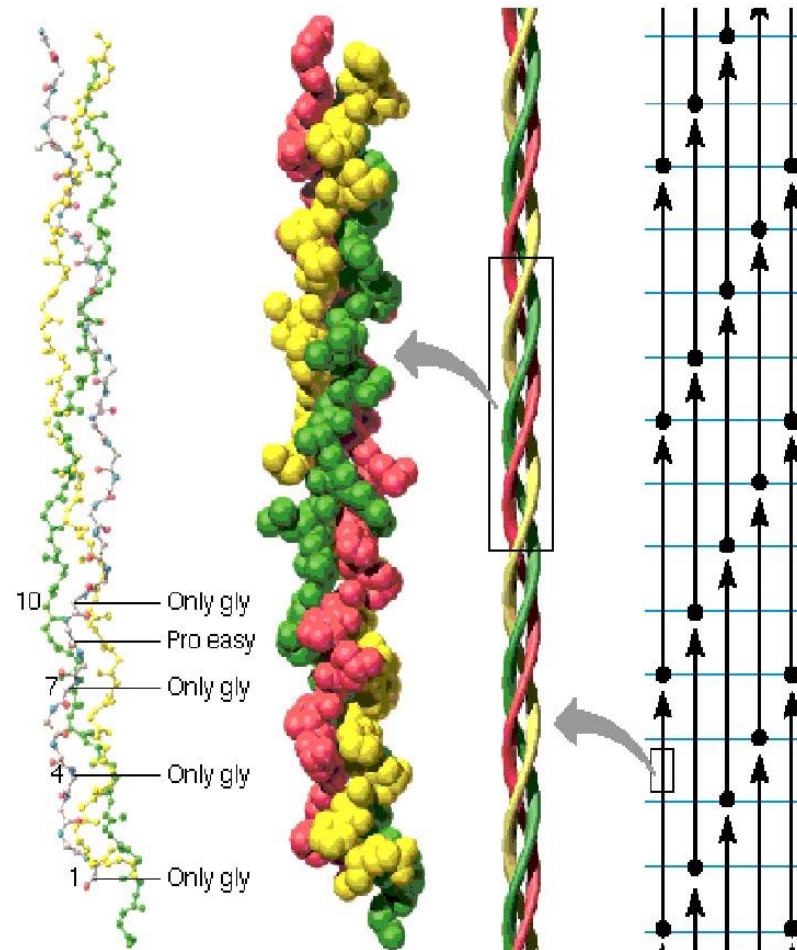
Tres hélices simples se unen formando inicialmente una molécula de procollágeno. El procollágeno es luego transformado en tropocolágeno.

## Estabilidad térmica ( $T_m$ ) de triple hélice de tropocolágeno depende de porcentaje de prolinas e hidroxiprolinas

| Origen del colágeno | Pro + HPro por 1000 residuos | $T_m$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Temp. del cuerpo ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| Piel de becerro     | 232                          | 39                           | 37                                      |
| Piel de tiburón     | 191                          | 29                           | 24 - 28                                 |
| Piel de bacalao     | 155                          | 16                           | 10 - 14                                 |

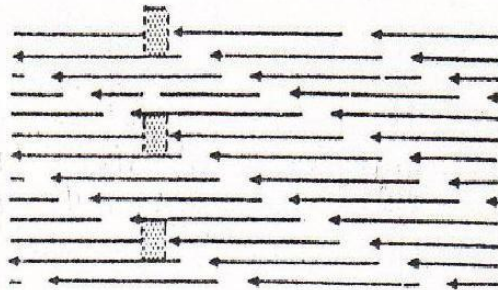
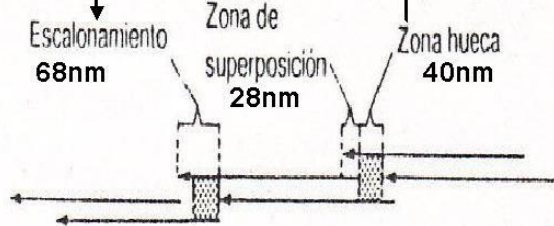
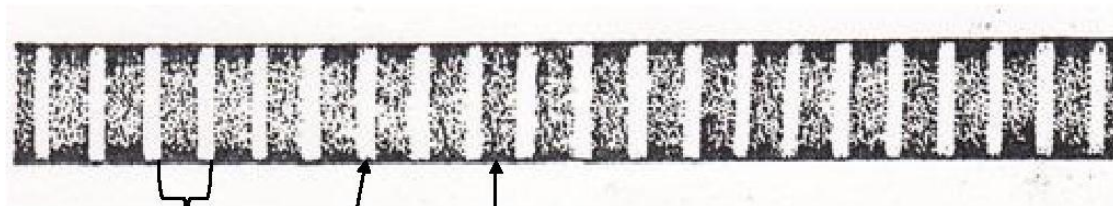


**Fibra de Colágeno:** ordenamiento escalonado de moléculas de tropocolágeno. Entre filas adyacentes las moléculas están desfasadas 68 nm

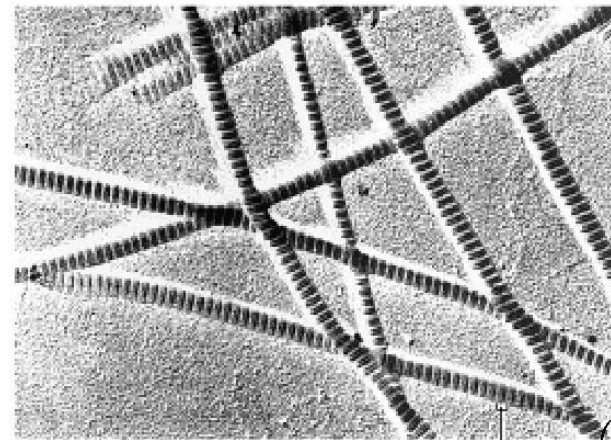


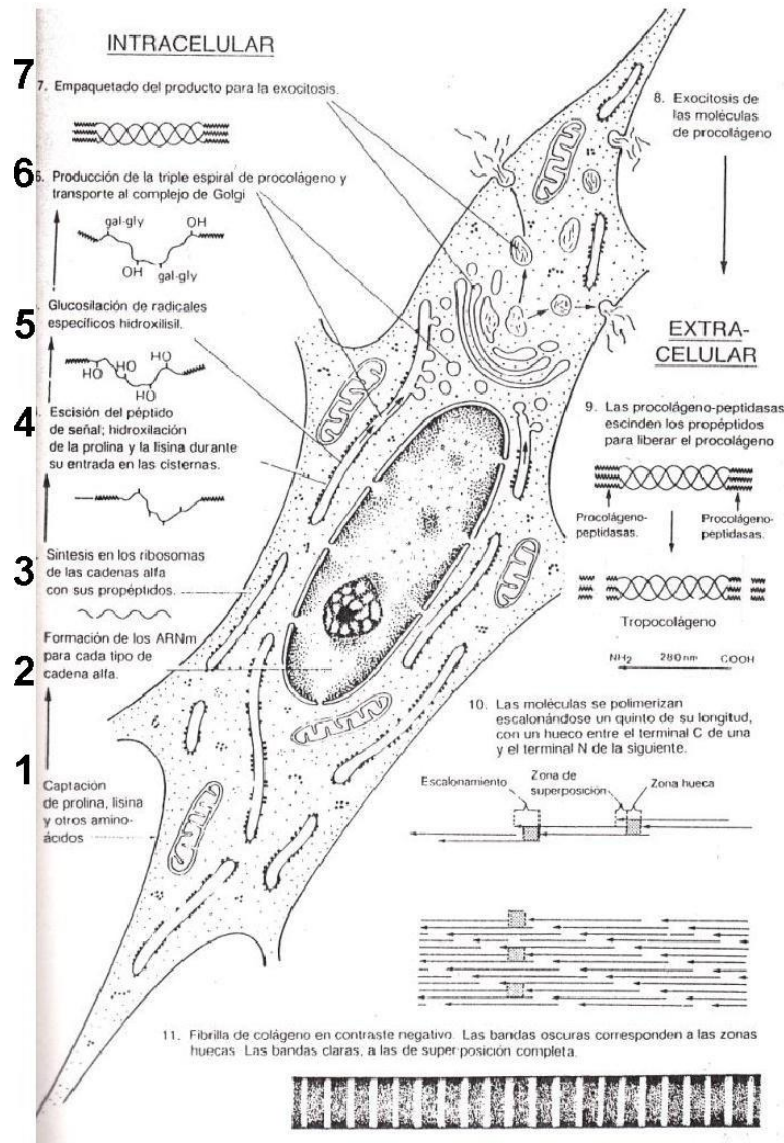


## Bandeado de Fibra Colágena al microscopio Electrónico



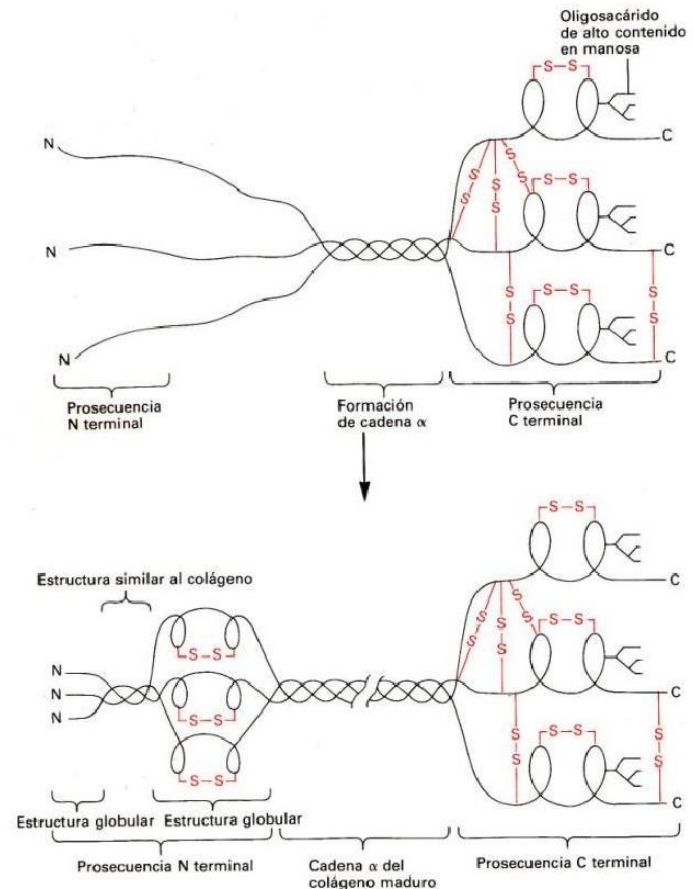
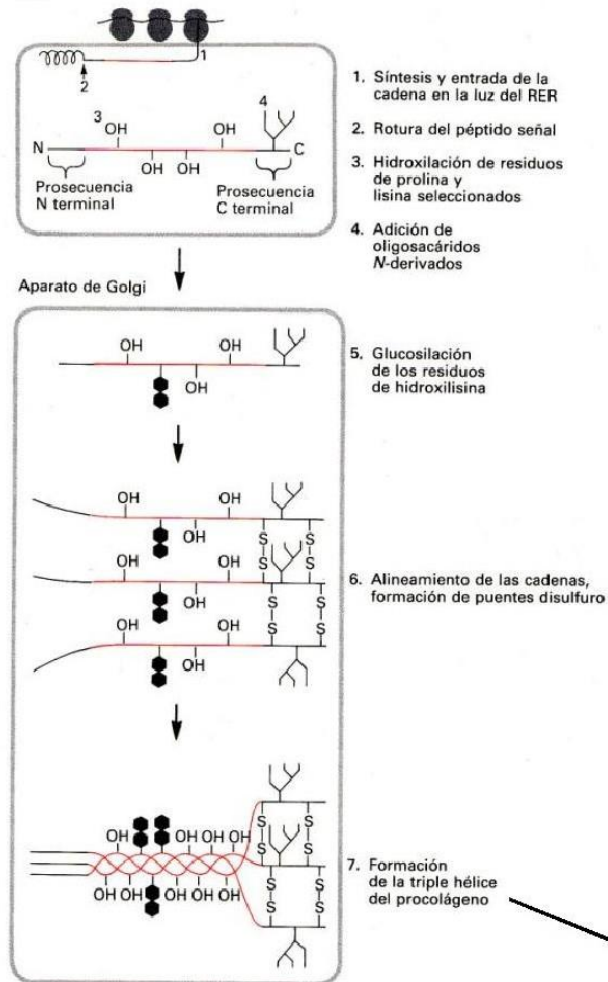
Cada 5 filas coinciden las zonas huecas lo que da origen al característico bandeo de las fibras de colágeno de aprox 68 nm.





## Etapas en la síntesis de las fibras colágenas

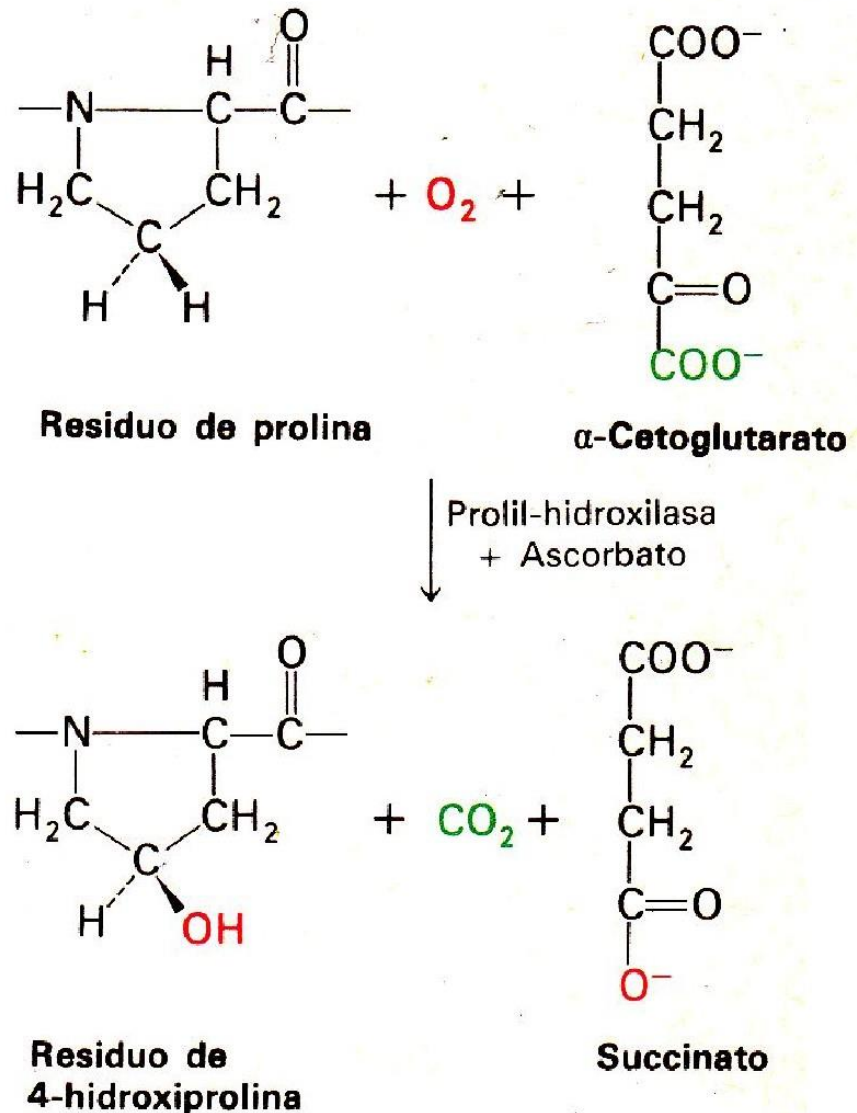
## Etapas intracelulares



**Ensamblaje de la triple hélice de procolágeno**

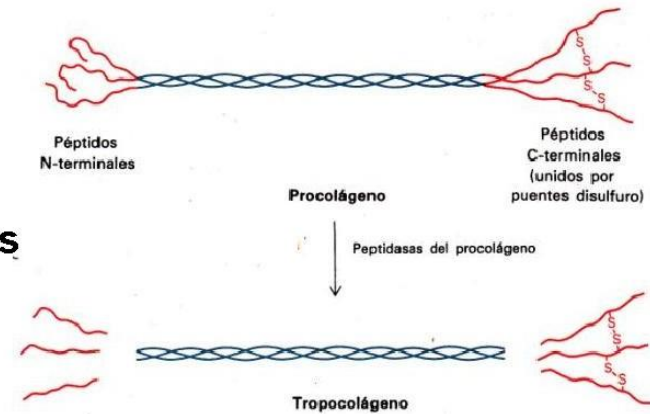


# Reacción de hidroxilación de las prolinas

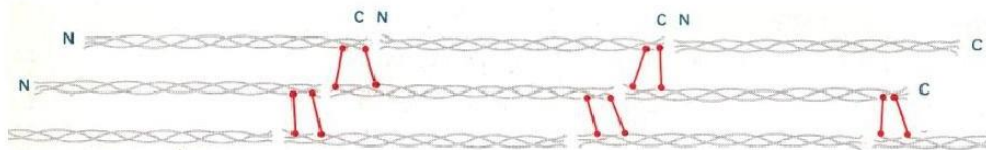


## Etapas extracelulares

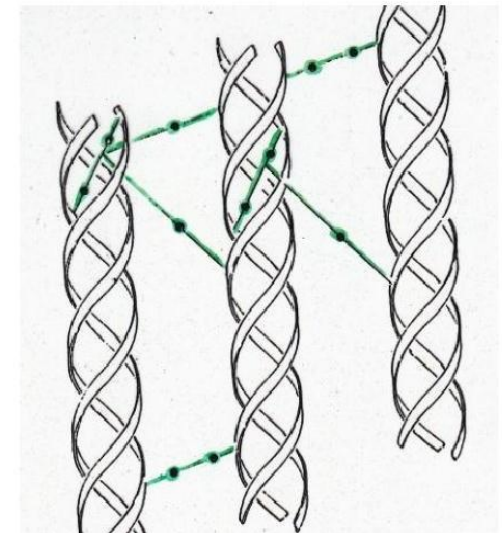
### - Eliminación de telopéptidos

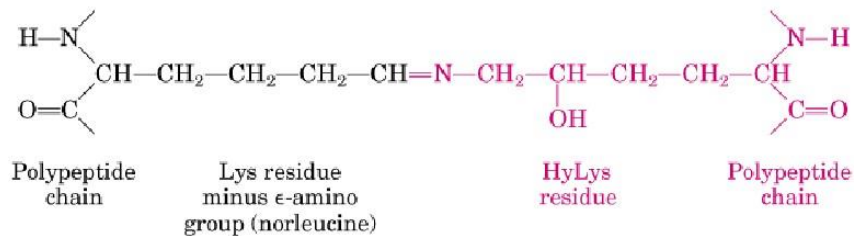


- **Fibrilogénesis:** se establecen enlaces covalentes en el interior de las moléculas de tropocolágeno y entre ellas (puentes cruzados intra e intermoleculares respectivamente)

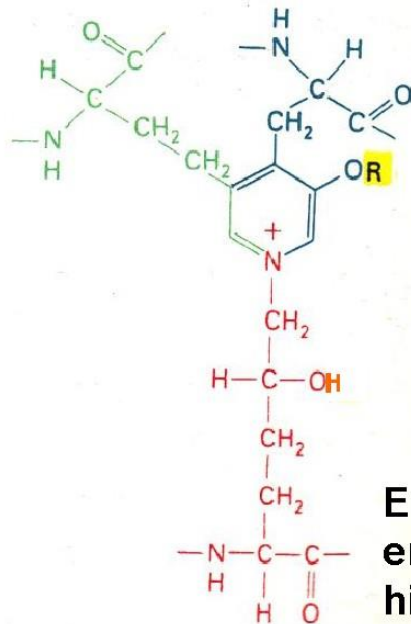


Estos puentes estabilizan la fibra de colágeno



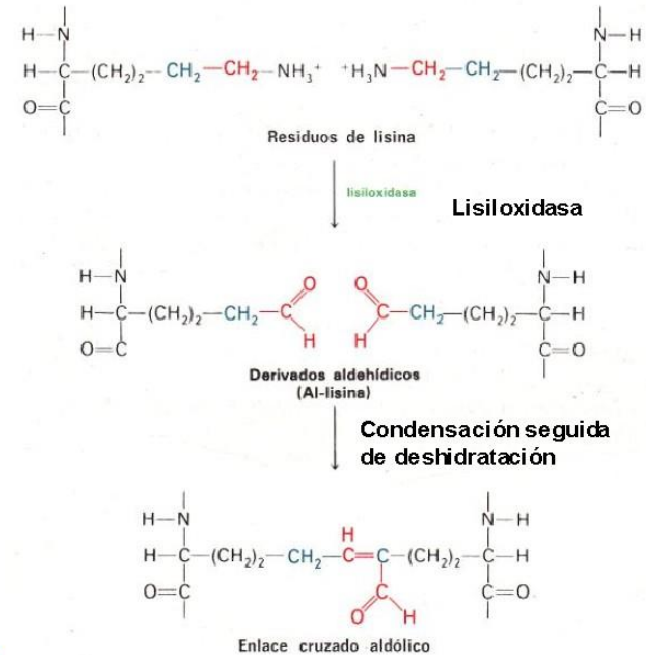


**Enlace cruzado de hidroxilisina-norleucina.**  
**Puente intramolecular.** (18)



**Enlace cruzado de Hidroxipiridino entre dos residuos de hidroxilisinas y uno de lisina.**

**Puente Intermolecular**



**Formación del enlace cruzado aldólico.**  
**Puente intramolecular**  
**(en extremo N)**

(17)



## Referencias de imágenes

1. L. Strayer, Bioquímica, 2ª Edición, 1982 Fig. 9-8 Pag. 171
2. H. Lodish y cols, Biología Celular y Molecular, 5ª Edición 2005 Pag. 216
3. A. Lehninger y cols, Principios de Bioquímica 2º Edición 1993 Fig 7-14. Pag. 172
4. L. Strayer, Bioquímica, 2ª Edición, 1982 Pag. 168
5. Koolman Röhm, Bioquímica Texto y Atlas, 3era edición, 2004. Pag. 345
6. A. Lehninger y cols, Principios de Bioquímica 2º Edición 1993 Fig 7-14. Pag. 172
7. L. Strayer, Bioquímica, 2ª Edición, 1982 Fig 9-6 y 9-7 Pag. 171
8. A. Lehninger y cols, Principios de Bioquímica 2º Edición 1993 Fig 7-14. Pag. 172
9. L. Strayer, Bioquímica, 2ª Edición, 1982 Fig 9-10 Pag. 172
10. L. Strayer, Bioquímica, 2ª Edición, 1982 Fig 9-13 Pag. 175
11. Darnell y Col. Biología Celular y Molecular. Fig 21-64 Pag. 971
12. [www.ferato.com/wiki/index.php/Colágeno](http://www.ferato.com/wiki/index.php/Col%C3%A1geno) [visitado 18/ 12/ 09]
13. L. Strayer, Bioquímica, 2ª Edición, 1982 Fig 9-1 Pag. 168
14. - Modificado de Junqueira L.C. y J. Carneiro. Basic Histology. 3era Ed.
15. Darnell y Col. Biología Celular y Molecular. Fig 21-63 y 21-65 Pag. 972
16. L. Strayer, Bioquímica, 2ª Edición, 1982 Fig 9-20 y 9-13
17. L. Strayer, Bioquímica, 2ª Edición, 1982 Fig 9-23 Pag. 181
18. A. Lehninger y cols, Principios de Bioquímica 2º Edición 1993 Fig 7-14. Pag. 172